

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FR05/000287

International filing date: 09 February 2005 (09.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 0401311
Filing date: 10 February 2004 (10.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 15 April 2005 (15.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



PCT/FR 20 05 / 0 0 0 2 8 7

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

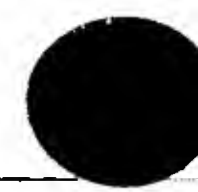
Fait à Paris, le 14 FEV. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa
N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE <u>10/02/2004</u> LIEU <u>99</u> N° D'ENREGISTREMENT <u>0401311</u> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <u>10 FEV. 2004</u>		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET MOUTARD B.P. 513 78005 VERSAILLES CEDEX	
Vos références pour ce dossier (facultatif) LIUZB0011			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA CREATION D'IMAGES RETINIENNES UTILISANT LE STIGMATISME DES DEUX FOYERS D'UN DIOPTRE SENSIBLEMENT ELLIPTIQUE.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input checked="" type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		LIU	
Prénoms		Zile	
Forme juridique			
N° SIREN		_____	
Code APE-NAF		_____	
Domicile ou siège	Rue	76, rue de Grand Vaux	
	Code postal et ville	19 1 3 6 0 EPINAY-SUR-ORGE	
	Pays	France	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE <u>10/02/2004</u> LIEU <u>99</u> N° D'ENREGISTREMENT 0401311 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)			
Nom		de Saint Palais	
Prénom		Arnaud	
Cabinet ou Société		CABINET MOUTARD	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	35, rue de la Paroisse	
	Code postal et ville	[7 8 0 0 0] VERSAILLES	
	Pays	France	
N° de téléphone (facultatif)		01 30 83 79 79	
N° de télécopie (facultatif)		01 30 83 79 78	
Adresse électronique (facultatif)		asp@moutard.fr	
7 INVENTEUR (S)			
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES			
		<input type="checkbox"/> Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG [] [] [] [] []	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS			
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) <u>A. de Saint Palais - No 94-0306</u>		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

5

10 La présente invention concerne un procédé pour la création d'images rétiniennes utilisant le stigmatisme des deux foyers d'un dioptre sensiblement elliptique.

Elle a plus particulièrement pour objet de résoudre les problèmes de
15 visualisation, par la rétine de l'œil, de réalités virtuelles ou de réalités augmentées.

D'une façon générale, on sait que de nombreux travaux ont été effectués dans le domaine de l'affichage d'informations superposées à la vision de
20 l'environnement captée par la rétine de l'œil.

Ces procédés, destinés lors des premiers développements dans les années 1960 à des applications militaires, consistent à projeter sur une surface transparente semi réfléchissante des symboles et des informations concernant le pilotage de
25 l'aéronef, c'est-à-dire en l'occurrence une ligne d'horizon, des informations de vitesse, d'altitude et de guidage pour l'approche de la piste d'atterrissage. Ces dispositifs, dits collimateurs tête haute, facilitent le pilotage de l'aéronef en permettant une perception directe du vecteur vitesse, de l'incidence et de la pente potentielle, ainsi qu'un horizon gradué et une piste synthétique avec les
30 informations de positionnement sur le système d'atterrissage automatique. Cette symbologie permet un pilotage intuitif et précis d'approches avec ou

sans visibilité ; elle doit cependant être suffisamment pertinente tout en n'occultant pas le champ de vision réel.

5 L'introduction de ces collimateurs tête haute est effective à ce jour dans les cockpits civils permettant essentiellement de faciliter l'approche et évitant ainsi des perceptions erronées, lors de l'approche à vue, de la hauteur et de la trajectoire dans des conditions atmosphériques particulières.

10 Plus récemment, les constructeurs automobiles développent des dispositifs d'affichage tête haute directement sur le pare-brise du véhicule ; en effet, le temps nécessaire au mouvement des yeux (temps de détournement) pour visionner l'information, ajouté au temps d'accommodation et de lecture de l'œil (temps de fixation), ajouté au temps de retour (temps de détournement) est de 1 seconde dans l'environnement conventionnel avec tableau de bord ; il
15 est de 0,5 seconde en vision tête haute ; cette réduction de temps global de perception d'une information correspond à un parcours du véhicule de 8 mètres à 60 kilomètres à l'heure.

20 Ces dispositifs nécessitent que l'image soit projetée sur une surface transparente par l'intermédiaire d'un appareil optique, placé en dessous ou au-dessus de la planche à instruments ou du tableau de bord, comportant plusieurs lentilles et miroirs. Ainsi, ces dispositifs s'apparentant à des rétroprojecteurs sont encombrants et nécessitent des aménagements dans l'habitacle de pilotage.

25

Une autre solution consiste à projeter l'image sur la visière d'un casque ; cette solution adoptée par les pilotes de chasse permet notamment d'afficher une vue synthétique de derrière ; elle est également adoptée par les chirurgiens en tant qu'aide à la conduite d'opérations chirurgicales, ainsi que par les
30 motocyclistes.

La solution la plus ergonomique consiste à projeter l'image directement sur la rétine ; cette solution nécessite cependant la prise en compte du mouvement de l'œil, un temps de latence faible, un champ de vision horizontal et vertical voisin de celui de l'œil et une auto collimation à l'infini de l'image permettant
5 l'accommodation naturelle de l'œil.

Les dispositifs actuels consistent à placer un module optique, monté sur un casque, proche de l'œil ; le module optique émet trois faisceaux lasers aux couleurs fondamentales contenant les informations qui composent l'image ;
10 néanmoins, le champ de vision de l'utilisateur est limité par la taille de l'optique de renvoi placé devant l'oeil.

L'invention a donc plus particulièrement pour but de supprimer ces inconvénients.

15

En mettant en œuvre un dioptre sensiblement elliptique comportant une surface semi réfléchissante, elle propose à cet effet :

- de positionner au voisinage du premier foyer dudit dioptre sensiblement elliptique, un foyer dit "objet" constitué par le
20 diaphragme d'un sténopé formant point de convergence d'une image générée par un afficheur lumineux, ou par une source lumineuse collimatée,
- de positionner au voisinage du second foyer dudit dioptre sensiblement elliptique, un foyer dit "image" constitué par la pupille
25 ou le centre de l'œil de l'observateur,
- de projeter au voisinage de la rétine de l'œil de l'observateur l'image générée par ledit afficheur lumineux ou par ladite source lumineuse collimatée, et réfléchié par la surface semi réfléchissante dudit dioptre sensiblement elliptique.

30

D'une façon plus précise, parmi les pinceaux lumineux émis par l'afficheur lumineux, seuls peuvent traverser le sténopé situé au voisinage du premier foyer, les pinceaux compris dans les cônes dont les sommets situés sur l'afficheur lumineux et s'appuyant sur le pourtour dudit sténopé ; l'ensemble
5 de ces pinceaux lumineux constitue une image inversée de celle générée par l'afficheur lumineux ; la dimension de chaque point image est déterminée, d'une part, par la dimension du sténopé et, d'autre part, par les distances séparant l'afficheur lumineux du sténopé et la distance séparant le plan contenant l'image et le sténopé.

10

Ainsi, les pinceaux lumineux contenant l'image inversée émise par l'afficheur sont ensuite réfléchis par la surface semi réfléchissante du dioptre sensiblement elliptique puis focalisés au voisinage du second foyer dudit dioptre sensiblement elliptique compte tenu de l'existence du stigmatisme
15 absolu entre deux points particuliers constituant les foyers de l'ellipse.

Par ailleurs, la pupille de l'œil étant située au voisinage du second foyer, considérée comme pouvant être assimilée à un diaphragme ou sténopé, est à son tour traversée par une image issue des susdits pinceaux lumineux
20 réfléchis, laquelle image aboutit sur la rétine de l'œil.

Il est à noter que l'œil d'une part et l'afficheur lumineux associé à son sténopé d'autre part, constituent deux chambres noires dont les "pupilles" sont conjuguées sur les deux foyers de l'ellipse constituant la surface semi
25 réfléchissante du dioptre sensiblement elliptique.

Un mode d'exécution de l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique du principe théorique
30 du dispositif selon l'invention,

- la figure 2 est une représentation schématique d'une première version du dispositif,
- la figure 3 est une représentation schématique d'une seconde version du dispositif,
- 5 - la figure 4 est une représentation schématique d'une troisième version du dispositif,
- la figure 5 est une modélisation du parcours des faisceaux lumineux dans le dispositif,
- la figure 6 est un exemple numérique de la variation des "demi-cordes" en fonction de l'angle d'ouverture de la source lumineuse,
- 10 - la figure 7 est une représentation schématique du parcours des faisceaux lumineux permettant de visualiser la résolution optique du dispositif,
- la figure 8 est un exemple numérique de la variation de la résolution optique en fonction de l'angle de pointage du faisceau émis par la source lumineuse,
- 15 - la figure 9 représente la distorsion optique engendrée par le dispositif,
- la figure 10 est une représentation schématique d'une configuration permettant la parallélisation des faisceaux à l'entrée de l'œil,
- 20 - la figure 11 est une représentation schématique d'une première solution permettant la correction de la distorsion optique,
- la figure 12 est une représentation schématique d'un mode de réalisation concernant la première solution corrigeant la distorsion optique, pour un premier point du champ,
- 25 - la figure 13 est une représentation schématique du mode de réalisation concernant la première solution corrigeant la distorsion optique, pour un second point du champ,
- la figure 14 est une représentation schématique d'une seconde solution permettant la correction de la distorsion optique.
- 30

Dans l'exemple représenté sur la figure 1, le dispositif 1 selon l'invention est constitué :

- d'un dioptre sensiblement elliptique représenté par la demi ellipse E définie par son grand axe Δ , son petit axe Δ' , son centre O, et ses deux foyers F, F' situés sur le grand axe Δ , de part et d'autre du centre O,
- de deux chambres noires CN, CN' dont les pupilles sont situées respectivement au voisinage des foyers F, F'.

Ainsi, les faisceaux, issus de la chambre noire CN, traversent la pupille de ladite chambre noire CN, puis se réfléchissent sur la paroi concave du dioptre optique pour atteindre la chambre noire CN' après avoir traversé la pupille de ladite chambre noire CN' ; trois rayons symbolisent la trajectoire des susdits faisceaux, à savoir :

- le rayon $AM_A A'$ issu du point objet A de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_A sur l'ellipse puis aboutissant au point image A' de la chambre noire CN',
- le rayon $BM_B B'$ issu du point objet B de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_B sur l'ellipse puis aboutissant au point image B' de la chambre noire CN',
- le rayon $CM_C C'$ issu du point objet C de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_C sur l'ellipse puis aboutissant au point image C' de la chambre noire CN'.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, le dispositif 1 selon l'invention est constitué :

- d'un dioptre sensiblement elliptique représenté par la demi ellipse E définie par son grand axe Δ , son petit axe Δ' , son centre O, et ses deux foyers F, F' situés sur le grand axe Δ , de part et d'autre du centre O,
- d'une chambre noire CN, dont la pupille est située au voisinage du foyer F,
- d'un œil OE, représenté schématiquement par un cercle et dont la pupille est située au voisinage du foyer F'.

Cette configuration constitue une première version du dispositif selon l'invention.

- 5 En effet, les faisceaux, issus de la chambre noire CN, traversent la pupille de ladite chambre noire CN, puis se réfléchissent sur la paroi concave du dioptré optique pour atteindre la rétine de l'œil OE après avoir traversé la pupille dudit œil OE ; trois rayons symbolisent la trajectoire des susdits faisceaux, à savoir :
- 10 - le rayon $AM_A A'$ issu du point objet A de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_A sur l'ellipse puis aboutissant au point image A' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $BM_B B'$ issu du point objet B de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_B sur l'ellipse puis aboutissant au point
- 15 image B' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $CM_C C'$ issu du point objet C de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_C sur l'ellipse puis aboutissant au point image C' de la rétine de l'œil OE.
- 20 On peut constater que cette première configuration autorise un champ de vision important ; elle nécessite néanmoins que l'œil soit fixe par rapport au dioptré sensiblement elliptique.

Dans l'exemple représenté sur la figure 3, le dispositif 1 selon l'invention est

25 constitué :

- d'un dioptré sensiblement elliptique représenté par la demi ellipse E définie par son grand axe Δ , son petit axe Δ' , son centre O, et ses deux foyers F, F' situés sur le grand axe Δ , de part et d'autre du centre O,
- d'une chambre noire CN, dont la pupille est située au voisinage du foyer F,
- 30 - d'un œil OE, représenté schématiquement par un cercle et dont le centre est situé au voisinage du foyer F'.

Cette configuration constitue une deuxième version du dispositif selon l'invention.

- 5 En effet, les faisceaux, issus de la chambre noire CN, traversent la pupille de ladite chambre noire CN, puis se réfléchissent sur la paroi concave du dioptre optique pour atteindre la rétine de l'œil OE après avoir traversé la pupille dudit œil OE ; trois rayons symbolisent la trajectoire des susdits faisceaux, à savoir :
- 10 - le rayon $AM_A A'$ issu du point objet A de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_A sur l'ellipse puis aboutissant au point image A' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $BM_B B'$ issu du point objet B de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_B sur l'ellipse puis aboutissant au point
- 15 image B' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $CM_C C'$ issu du point objet C de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_C sur l'ellipse puis aboutissant au point image C' de la rétine de l'œil OE.
- 20 On peut constater que cette deuxième configuration ne permet pas un champ de vision important, étant donné que le champ perçu est limité par le diamètre de la pupille de l'œil ; elle autorise néanmoins le balayage du champ par le pivotement de l'œil.
- 25 Dans l'exemple représenté sur la figure 4, le dispositif 1 selon l'invention est constitué :
- d'un dioptre sensiblement elliptique représenté par la demi ellipse E définie par son grand axe Δ , son petit axe Δ' , son centre O, et ses deux foyers F, F' situés sur le grand axe Δ , de part et d'autre du centre O,
- 30 - d'un laser LA émettant un faisceau lumineux collimaté, d'orientation variable, dont le centre de déflexion est situé au voisinage du foyer F,

- d'un œil OE, représenté schématiquement par un cercle et dont la pupille est située au voisinage du foyer F'.

5 Cette configuration constitue une troisième version du dispositif selon l'invention.

En effet, les faisceaux, issus du laser LA, sont défléchis au voisinage du foyer F, puis se réfléchissent sur la paroi concave du dioptré optique pour atteindre la rétine de l'œil OE après avoir traversé la pupille dudit œil OE ; trois rayons
10 symbolisent la trajectoire des susdits faisceaux, à savoir :

- le rayon $FM_A A'$ issu du laser LA, se réfléchissant au voisinage du point M_A sur l'ellipse puis aboutissant au point image A' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $FM_B B'$ issu du laser LA, se réfléchissant au voisinage du point M_B sur l'ellipse puis aboutissant au point image B' de la rétine de l'œil OE,
- 15 - le rayon $FM_C C'$ issu du laser LA, se réfléchissant au voisinage du point M_C sur l'ellipse puis aboutissant au point image C' de la rétine de l'œil OE.

On peut constater que l'image portée par le balayage du faisceau lumineux collimaté issu du laser A, est "inscrite" sur la rétine de l'œil OE.

20

D'une manière plus précise, le susdit faisceau lumineux collimaté possède un certain diamètre ; par conséquent, les rayons marginaux, parallèles au rayon principal vont converger après réflexion sur le dioptré sensiblement elliptique au voisinage de la pupille ; ainsi, le faisceau reçu par l'œil sera légèrement
25 divergent au voisinage de la rétine, provoquant une vision par ledit œil non conforme à la perception d'un objet placé à l'infini.

Ainsi, une divergence du faisceau capté par la rétine de 1mrad crée l'illusion d'un point objet de 4 mm situé à 4 mètres.

30 Quant au champ de vision du dispositif selon cette troisième version, celui-ci est fonction de l'ouverture de balayage du faisceau lumineux collimaté.

D'une manière générale, on peut représenter la structure de propagation des rayons, décrits précédemment, issus du foyer F, se réfléchissant sur l'ellipse E et aboutissant au foyer F', sous une forme linéaire.

5

Dans l'exemple représenté sur la figure 5, la propagation des rayons est symbolisée par un axe de propagation Δ'' contenant les foyers F, F' ; le tronçon d'ellipse E réfléchissant les rayons est symbolisé par un segment de droite L perpendiculaire à l'axe de propagation Δ'' et situé entre les foyers F, F'.

10

Deux rayons issus de points "objets" A, B, situés à une distance D en amont du foyer F passent par le foyer F, sont ensuite réfléchis par l'ellipse E, symbolisée par le segment de droite L, respectivement au voisinage des points M_A , M_B , puis passent par le foyer F', situé à une distance D' du segment de droite L, pour aboutir en deux points "images" A', B'.

15

Ainsi, l'angle $d\alpha'$ au sommet F', contenu entre les deux droites M_AA' et M_BB' est fonction de la distance entre les deux points M_A , M_B et de la distance D' qui sépare le segment de droite L et le foyer F' ; par ailleurs, la distance entre les points M_A , M_B est fonction de la distance qui sépare les deux points A, B et la distance D qui sépare les points A, B et le foyer F :

20

- soit $d\alpha$ l'angle au sommet F, contenu entre les deux droites M_AA et M_BB ,
- soit dy la distance entre les deux points objets A, B,
- soit D la distance qui sépare les points objets A, B du foyer F,
- 25 - soit D' la distance qui sépare le segment de droite L du foyer F',
- soit $d\alpha'$ l'angle au sommet F', contenu entre les deux droites M_AA' et M_BB' ,

25

en considérant les deux points objets A, B comme étant la largeur d'un pixel élémentaire d'un afficheur matriciel lumineux,

30

- l'angle d'ouverture $d\alpha$ d'un pixel est donné par la relation :

$$\tan d\alpha \approx d\alpha = dy/D$$

- l'angle $d\alpha'$ sous lequel est vu le pixel par l'œil est donné par la relation :

$$\tan d\alpha' \approx d\alpha' = dy'/D'$$

A titre d'exemple numérique, un pixel de $25\mu\text{m}$ de diamètre, placé à une distance D de 50 mm du foyer F correspond à un angle d'ouverture voisin de $0,5$ milliradian ; cette valeur est à rapprocher de l'acuité visuelle, proche de $0,3$ milliradian, permettant de discerner un objet de 1 millimètre de diamètre à une distance de 4 mètres .

10 On supposera que l'ellipse E est caractérisée par :

- un demi grand axe de longueur a colinéaire avec l'axe Δ ,
- un demi petit axe de longueur b colinéaire avec l'axe Δ ,
- l'abscisse des foyers F, F' sur l'axe Δ respectivement c et $-c$.

Par ailleurs :

- 15 - soit i un point objet quelconque, le rayon correspondant passant par le foyer F sera réfléchi sur le dioptré sensiblement elliptique au point M_i puis passera par le foyer F' pour donner un point image intermédiaire i' ,
- soit α l'angle, dit "angle de pointage", que fait la droite passant par les points i et F avec le grand axe Δ de l'ellipse E ,
- 20 - soit FM_i la longueur de la première demi-corde,
- soit M_iF' la longueur de la deuxième demi-corde.

Les longueurs des demi-cordes FM_i et M_iF' sont définies par les relations suivantes :

$$FM_i = \frac{b^2|c|\sqrt{(1+\tan^2\alpha)} \pm ab^2(1+\tan^2\alpha)}{(b^2 + a^2\tan^2\alpha)} \quad \left(-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}\right)$$

25

$$M_iF' = 2a - \frac{b^2|c|\sqrt{(1+\tan^2\alpha)} \pm ab^2(1+\tan^2\alpha)}{(b^2 + a^2\tan^2\alpha)} \quad \left(-\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{\pi}{2}\right)$$

L'angle de pointage α peut varier de 0 à $\pi/2$; les longueurs des demi-cordes FM_i , M_iF' varient en conséquence, leur somme $FM_i + M_iF'$ restant constante, égale à $2a$.

5 A titre d'exemple, on supposera :

- $a = 30,46$ mm,
 - $b = 28$ mm,
 - $c = 12$ mm,
 - l'excentricité de l'ellipse, soit $e = c/a = 0,39$,
- 10 - α variant de 0 à $\pi/2$,

la longueur de la demi-corde FM_i varie de 42,46 mm à 25,74 mm, et
la longueur de la demi-corde M_iF varie de 18,46 mm à 35,18 mm.

La figure 6 représente les variations desdites demi-cordes FM_i , M_iF .

15

Dans l'exemple représenté sur la figure 7, le dispositif 1 selon l'invention est constitué :

- d'un dioptre sensiblement elliptique représenté par la demi ellipse E définie par son grand axe Δ , son petit axe Δ' , son centre O, et ses deux foyers F, F' situés sur le grand axe Δ , de part et d'autre du centre O,
- 20 - d'une chambre noire CN, dont la pupille est située au voisinage du foyer F,
- d'un œil OE, représenté schématiquement par un cercle et dont la pupille est située au voisinage du foyer F'.

25 Les faisceaux, issus de la chambre noire CN, traversent la pupille de ladite chambre noire CN, puis se réfléchissent sur la paroi concave du dioptre optique pour atteindre la rétine de l'œil OE après avoir traversé la pupille dudit œil OE ; six rayons symbolisent la trajectoire des susdits faisceaux, à savoir :

- le rayon $A_1M_{A1}A_1'$ issu du point objet A_1 de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_{A1} sur l'ellipse puis aboutissant au point image A_1' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $A_2M_{A2}A_2'$ issu du point objet A_2 de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_{A2} sur l'ellipse puis aboutissant au point image A_2' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $B_1M_{B1}B_1'$ issu du point objet B_1 de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_{B1} sur l'ellipse puis aboutissant au point image B_1' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $B_2M_{B2}B_2'$ issu du point objet B_2 de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_{B2} sur l'ellipse puis aboutissant au point image B_2' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $C_1M_{C1}C_1'$ issu du point objet C_1 de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_{C1} sur l'ellipse puis aboutissant au point image C_1' de la rétine de l'œil OE,
- le rayon $C_2M_{C2}C_2'$ issu du point objet C_2 de la chambre noire CN, se réfléchissant au voisinage du point M_{C2} sur l'ellipse puis aboutissant au point image C_2' de la rétine de l'œil OE.

20 Soit :

- A_1A_2 la largeur du pixel A,
- B_1B_2 la largeur du pixel B,
- C_1C_2 la largeur du pixel C,
- $d\alpha$ l'angle d'ouverture du pixel correspondant,
- α l'angle de pointage correspondant aux rayons associés audit pixel.

Ainsi, l'angle $d\alpha'$ vu de l'œil à travers la pupille située au voisinage du foyer F' sera fonction de l'angle de pointage α ; l'angle $d\alpha'$ diminue quand α varie de 0 à $\pi/2$.

A partir de l'exemple numérique cité précédemment, on constate que pour α compris entre 0° et 20° , chaque pixel peut être vu par l'œil comme un point de 1 mm de rayon situé à une distance de 1 mètre ($d\alpha' = 1$ milliradian).

Pour α supérieur à 20° , chaque pixel peut être vu par l'œil comme un point de
5 rayon inférieur à 1 mm situé à une distance de 1 mètre ($d\alpha' < 1$ milliradian).

La figure 8 représente la variation de l'angle $d\alpha'$, exprimé en radian, en fonction de l'angle de pointage α , exprimé en degré, dans le cas d'un faisceau lumineux collimaté de 25 μm de diamètre (courbe en trait plein), et dans le cas
10 d'un sténopé de 25 μm de diamètre (courbe en trait pointillé).

Le champ de vision autorisé par le dioptré sensiblement elliptique est théoriquement de 180° ; néanmoins, ce champ de vision est limité, d'une part, par la pupille de l'œil et, d'autre part, par l'agencement des composants
15 constituant le dispositif.

On sait, par ailleurs, que le champ de vision horizontale de l'œil est de 120° environ ; quant au champ de vision verticale de l'œil, il est voisin de 60° .

20 Ainsi qu'il a été décrit précédemment, le champ de vision peut atteindre 60° avec une résolution inférieure à 1 milliradian, l'angle de pointage devant être supérieur à 20° .

L'angle d'ouverture $d\alpha$ d'un pixel est donné par la relation :

25
$$\tan d\alpha \approx d\alpha = dy/D$$

L'angle $d\alpha'$ sous lequel est vu le pixel par l'œil est donné par la relation :

$$\tan d\alpha' \approx d\alpha' = dy'/D'$$

On constate que le rapport $d\alpha'/d\alpha$ n'est pas constant en fonction de l'angle de
30 pointage α ; par ailleurs, ce rapport est supérieur à 1 ; en d'autres termes, le

dioptre sensiblement elliptique provoque un effet de grossissement variable en fonction de l'angle de pointage.

Ceci est représenté par la figure 9 indiquant la variation du rapport $d\alpha'/d\alpha$;
5 l'angle de pointage α variant de 0 à $\pi/2$, le rapport $d\alpha'/d\alpha$ varie de 2,7 à 1,4.

En conséquence, les pixels situés en bordure de l'afficheur lumineux paraîtront plus grands que ceux situés au centre dudit afficheur lumineux ; il s'agit en l'occurrence d'un effet de distorsion provoqué par le dioptre
10 sensiblement elliptique.

Diverses solutions sont envisageables :

- la compression de l'image source suivant une fonction mathématique réciproque à l'aide d'un procédé informatique,
- 15 - l'inclinaison de l'image source de manière à ce que les pixels situés en bordure soient vus sous un angle plus faible que ceux situés à l'extrémité opposée,
- l'implantation d'un système optique générant une aberration de distorsion inverse, de manière à compenser la distorsion provoquée par le dioptre
20 sensiblement elliptique.

Par ailleurs, on constate que les rayons lumineux traversant la pupille de l'œil ne sont pas rigoureusement parallèles ; une légère convergence dans l'exemple numérique précédemment cité, est voisine de 0,5 milliradian ; ceci a pour effet
25 de fatiguer l'œil durant une observation prolongée sachant que l'accommodation naturelle de l'œil s'effectue pour un objet situé à l'infini.

Selon l'invention, une configuration optique consistant à générer pour chaque point objet un faisceau plus large constitué de rayons dont l'angle de pointage
30 est tel que les rayons convergent en un point unique, puis sont réfléchis sur le

dioptre sensiblement elliptique E avant d'aboutir en rayons parallèles au voisinage du deuxième foyer F'.

Cette configuration permet, d'une part, de moins fatiguer l'œil et, d'autre part,
5 d'améliorer le contraste étant donné qu'à chaque point objet correspond non pas un rayon unique mais un tronçon de rayons plus large.

Dans l'exemple représenté sur la figure 10, le dispositif 1 selon l'invention est constitué d'un dioptre sensiblement elliptique représenté par la demi ellipse E
10 définie par son grand axe Δ , son petit axe Δ' , son centre O, et ses deux foyers F, F' situés sur le grand axe Δ , de part et d'autre du centre O.

La chambre noire et l'œil sont disposés d'une manière identique à celle proposée dans les configurations précédentes, mais ne sont pas représentés.

15 Trois rayons symbolisent la trajectoire du faisceau associé à un point objet ; ils sont issus de trois points A, B, C, situés sur un axe Δ'' , perpendiculaire à l'axe Δ et passant par le premier foyer F :

- le rayon $AM_A A'$ issu du point A, se réfléchissant au voisinage du point M_A sur l'ellipse puis aboutissant au point A' situé sur l'axe Δ , proche du second
20 foyer F',
- le rayon $BM_B B'$ issu du point B, se réfléchissant au voisinage du point M_B sur l'ellipse puis aboutissant au point B' situé sur l'axe Δ , proche du second foyer F',
- le rayon $CM_C C'$ issu du point C, se réfléchissant au voisinage du point M_C
25 sur l'ellipse puis aboutissant au point C' situé sur l'axe Δ , proche du second foyer F'.

On remarquera que les trois rayons réfléchis $M_A A'$, $M_B B'$, $M_C C'$ sont parallèles, ce qui autorise le déplacement de la pupille de l'œil sans perte de
30 champ de vision.

Ce résultat est obtenu en faisant converger les trois rayons incidents AM_A , BM_B , CM_C en un même point I situé dans l'espace défini par la droite Δ''' et l'ellipse E.

5 Ainsi, en faisant converger chaque point source de l'afficheur lumineux sur des points de convergence suivant une certaine courbe, on réalise en quelque sorte une "distorsion inverse" des points source à celle qu'engendre intrinsèquement le dioptré sensiblement elliptique.

10 Dans l'exemple représenté sur la figure 11, chaque faisceau issu d'un point source doit tout d'abord converger vers un point de convergence qui lui est propre avant de se réfléchir sur le dioptré sensiblement elliptique ; ceci est en effet la condition nécessaire et suffisante pour obtenir des faisceaux parallèles entrant dans la pupille de l'œil pour chacun des points sources.

15 L'ensemble des différents points de convergence suit une certaine courbe E' qui semble être proche d'une ellipse.

Par ailleurs, on peut constater que l'angle d'ouverture des faisceaux au voisinage de la susdite courbe E' est constant ; par conséquent, dans le cas de
20 la troisième version, décrite précédemment, comprenant un laser, il est possible d'associer au faisceau émis par ledit laser un système de balayage et une lentille convergente à focale variable et ainsi de faire converger le faisceau émis par le laser vers le susdit point de convergence qui est associé à chaque point de l'image portée par le balayage dudit faisceau.

25

Avantageusement, le susdit système de balayage, associé à lentille convergente à focale variable, peut être constitué de deux miroirs à balayage galvanométrique.

30 Dans l'exemple représenté sur les figures 12, 13, un mode de réalisation est proposé concernant la première solution, décrite précédemment, corrigeant la

distorsion optique, respectivement pour un premier point du champ et un second point du champ.

Comme indiqué sur les figures 12, 13, la source laser LA collimaté est suivie
5 d'une lentille à focale variable LV et de deux miroirs M_1 , M_2 , à balayage galvanométrique.

Dans l'exemple représenté sur la figure 12, pour un point A du champ, lesdits miroirs M_1 , M_2 , sont positionnés angulairement selon respectivement les
10 angles M_{1A} , M_{2A} (définis selon le sens trigonométrique par rapport au grand axe Δ) ; par ailleurs, la focale F_A de la lentille à focale variable LV est telle que les rayons du faisceau laser, après réflexion sur les deux miroirs M_1 , M_2 , focalisent en un point I_A , puis, après réflexion sur le dioptré sensiblement elliptique E, aboutissent collimatés à proximité de l'œil avec un angle θ_A
15 correspondant au susdit point A dans le champ.

Dans l'exemple représenté sur la figure 13, pour un point B du champ, lesdits miroirs M_1 , M_2 , sont positionnés angulairement selon respectivement les angles M_{1B} , M_{2B} (définis selon le sens trigonométrique par rapport au grand
20 axe Δ) ; par ailleurs, la focale F_B de la lentille à focale variable LV est telle que les rayons du faisceau laser, après réflexion sur les deux miroirs M_1 , M_2 , focalisent en un point I_B , puis, après réflexion sur le dioptré sensiblement elliptique E, aboutissent collimatés à proximité de l'œil avec un angle θ_B correspondant au susdit point B dans le champ.

25

Ainsi, chaque point i de l'image est décrit par un triplet de tensions (V_{LV_i} , V_{M1i} , V_{M2i}) correspondant respectivement aux tensions électriques appliquées sur la lentille à focale variable LV et sur les miroirs M_1 , M_2 , à balayage galvanométrique.

30

Cette solution, utilisant un système à focale variable, (à partir de lentille existante de 8 mm de diamètre, par exemple) et deux miroirs à balayage galvanométrique, constitue une première solution permettant de supprimer la convergence des rayons traversant la pupille de l'œil.

5

Une seconde solution, permettant de supprimer cette distorsion, consiste à introduire dans le trajet des rayons une seconde distorsion rigoureusement inverse en utilisant un second dioptre sensiblement elliptique identique au premier.

10

Dans l'exemple représenté sur la figure 14, le dispositif 1 selon l'invention est constitué :

- de deux dioptres sensiblement elliptiques E_1 , E_2 , disposés imbriqués, dont les grands axes Δ_1 , Δ_2 sont colinéaires, deux de leurs foyers sont confondus en un même point O, les deux autres foyers, respectivement O_1 , O_2 , sont équidistants de part et d'autre dudit point O,
- d'une lentille convergente LE située au voisinage du point O,
- une source lumineuse SO constituée d'un laser associé à un système à balayage, situé dans le premier dioptre sensiblement elliptique E_1 ,
- l'œil, situé dans le deuxième dioptre sensiblement elliptique E_2 .

20

Les rayons émis par la source lumineuse SO convergent au voisinage du grand axe Δ_1 du premier dioptre sensiblement elliptique E_1 puis sont réfléchis par ledit premier dioptre sensiblement elliptique E_1 puis sont dirigés vers la lentille LE pour être réfléchis par le second dioptre sensiblement elliptique E_2 pour converger au voisinage du grand axe Δ_2 dudit second dioptre sensiblement elliptique E_2 et aboutir enfin au voisinage de l'œil OE sous forme de rayons parallèles associés à chaque point image portée par le balayage du faisceau lumineux laser.

30

Il est à noter que dans le cas où le second dioptré optique est rigoureusement identique au premier dioptré optique, la lentille LE doit permettre un grandissement transversal égal à -1 entre les deux plans conjugués définis par les axes Δ_1 , Δ_2 .

5

Cependant, pour réduire l'encombrement de l'ensemble du dispositif selon l'invention, on peut choisir un second dioptré optique plus petit que le premier dioptré optique, auquel cas on adaptera le grandissement transversal de la lentille LE.

10

D'autres configurations sont envisageables pour obtenir une focalisation des différents points objets suivant la courbure spécifique décrite précédemment, avant la réflexion effective sur le dioptré sensiblement elliptique.

15 Ces configurations peuvent constituer en l'implantation :

- d'un miroir sphérique hors axe et d'un groupe de lentilles,
- d'une ou plusieurs lentilles asphériques,
- d'un corps prismatique et d'un groupe de lentilles,
- d'une matrice de micro-lentilles et d'un corps prismatique,
- 20 - d'une fibre optique et d'un groupe de lentilles.

Ainsi, l'exploitation du stigmatisme propre aux deux foyers d'une ellipse, permet la réalisation d'un système optique monoculaire ou stéréoscopique autorisant la création d'images rétinienne ; ledit système optique proposé
25 permet la visualisation, par la rétine de l'œil, de réalités virtuelles, telles des images issues d'un afficheur matriciel lumineux ou portées par un système laser à balayage ; par ailleurs, le système optique permet la visualisation, par la rétine de l'œil, de réalités augmentées compte tenu des caractéristiques de transparence et de semi réflexion du dioptré optique.

30

Bien entendu, les sections des dioptrés optiques, tels que décrits précédemment, pourront être de forme circulaire, ou sensiblement circulaire, lesdites sections étant définies en fonction du meilleur confort de visualisation des susdites réalités augmentées ou virtuelles.

Revendications

1. Procédé pour la création d'images rétinienne utilisant le stigmatisme des deux foyers (F , F') d'un dioptr sensiblement elliptique (E) comportant
5 une surface semi réfléchissante,
caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer :

- un positionnement au voisinage du premier foyer (F) dudit dioptr sensiblement elliptique (E), d'un foyer dit "objet" constitué par le diaphragme d'un sténopé formant point de convergence d'une
10 image générée par un afficheur lumineux, ou par une source lumineuse collimatée,
- un positionnement au voisinage du second foyer (F') dudit dioptr sensiblement elliptique (E), d'un foyer dit "image" constitué par la pupille ou le centre de l'œil (OE) de l'observateur,
- 15 • une projection au voisinage de la rétine de l'œil de l'observateur de l'image générée par ledit afficheur lumineux ou par ladite source lumineuse collimatée, et réfléchié par la surface semi réfléchissante dudit dioptr sensiblement elliptique (E).

20 2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la susdite image générée par l'afficheur lumineux est compressée suivant une fonction mathématique réciproque à la distorsion provoquée par le susdit dioptr sensiblement elliptique (E).

25 3. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la susdite image générée par l'afficheur lumineux est légèrement inclinée de manière à diminuer la distorsion provoquée par le susdit dioptr sensiblement elliptique (E).

4. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'il comprend un système optique générant une distorsion
inverse de manière à compenser la distorsion provoquée par le susdit dioptre
sensiblement elliptique (E).

5

5. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'il comprend la génération pour chaque point de la susdite
image générée, par l'afficheur lumineux ou par une source lumineuse
collimatée, d'un faisceau tout d'abord convergent avant réflexion sur la
10 surface semi réfléchissante du dioptre sensiblement elliptique (E), puis
parallèle au voisinage de la pupille de l'œil.

6. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé qu'il comprend un système à balayage et une lentille convergente à
15 focale variable associés à la source lumineuse collimatée.

7. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'il comprend deux dioptres sensiblement elliptiques
identiques séparés par une lentille convergente de grandissement transversal
20 égal à -1.

8. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'il comprend deux dioptres sensiblement elliptiques
différents séparés par une lentille convergente de grandissement transversal
25 différent de -1.

9. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1,
utilisant le stigmatisme des deux foyers (F, F') d'un dioptre sensiblement
elliptique (E) comportant une surface semi réfléchissante,
30 caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 • un foyer dit "objet" constitué par le diaphragme d'un sténopé formant point de convergence d'une image générée par un afficheur lumineux, ou par une source lumineuse collimatée, positionné au voisinage du premier foyer (F) dudit dioptre sensiblement elliptique (E),
- un foyer dit "image" constitué par la pupille ou le centre de l'œil (OE) de l'observateur, positionné au voisinage du second foyer (F') dudit dioptre sensiblement elliptique (E),
- 10 • une projection au voisinage de la rétine de l'œil de l'observateur de l'image générée par ledit afficheur lumineux ou par ladite source lumineuse collimatée, et réfléchiée par la surface semi réfléchissante dudit dioptre sensiblement elliptique (E).

1/7

LI 02 000 11

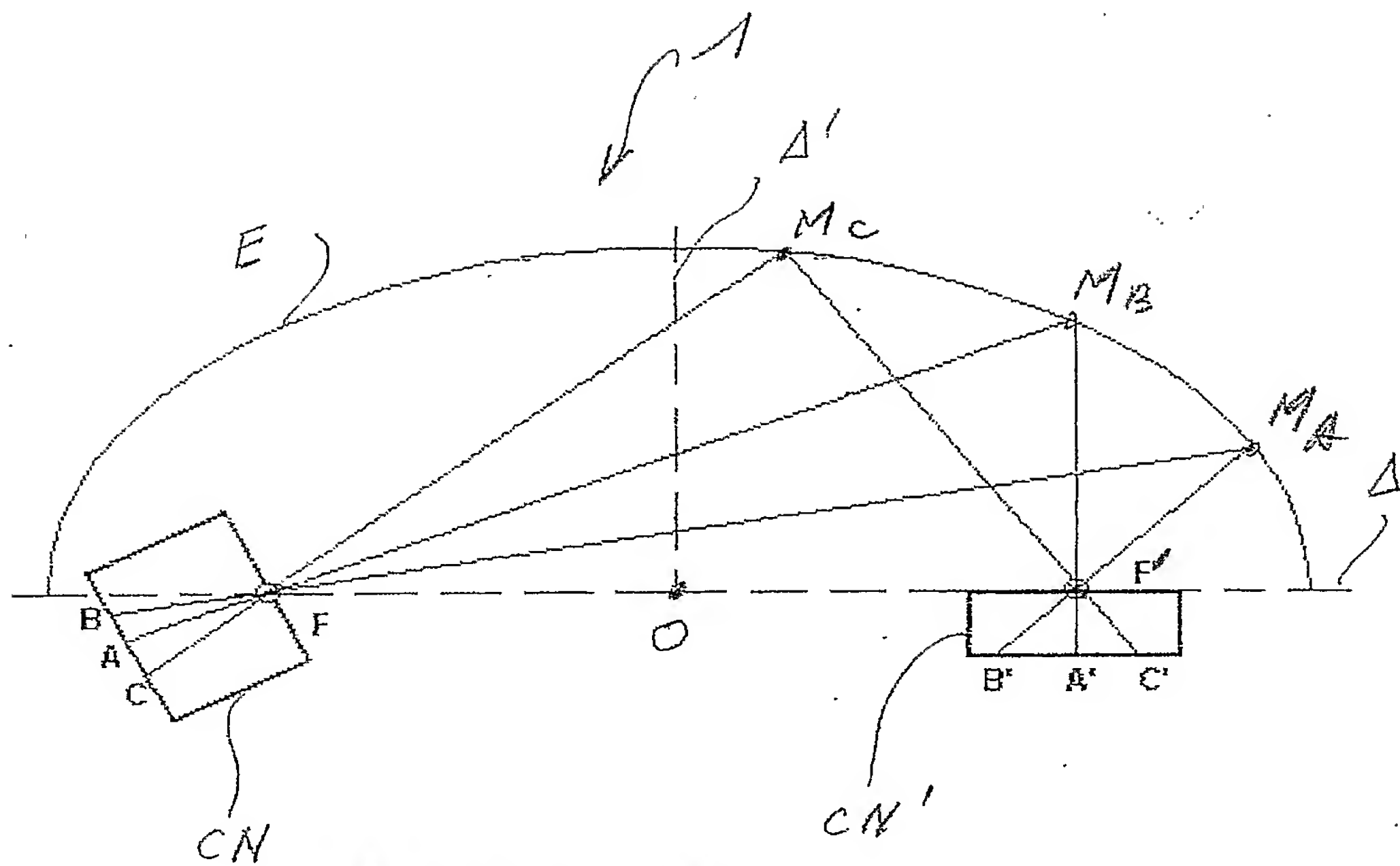


Figure 1

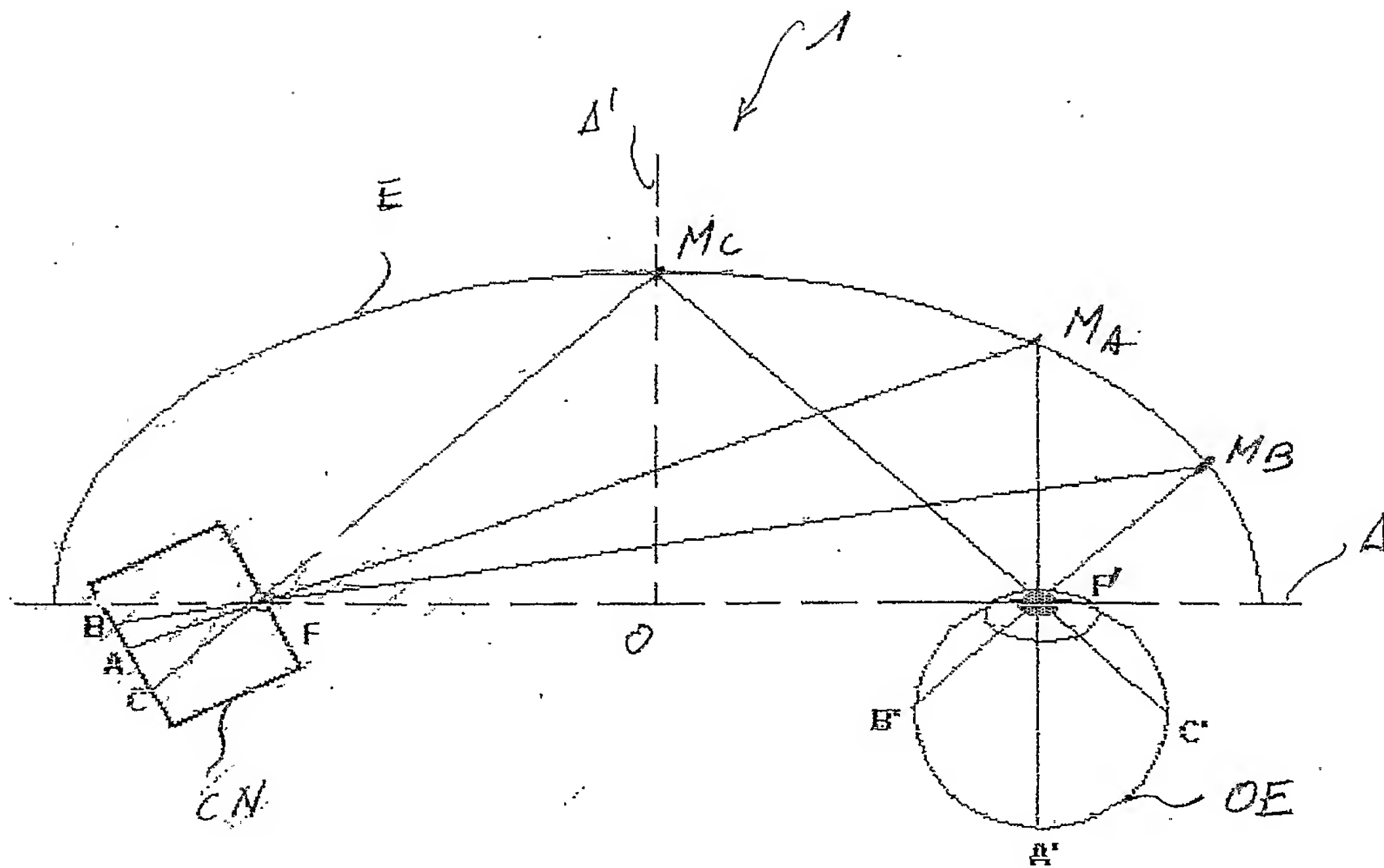


Figure 2.

117

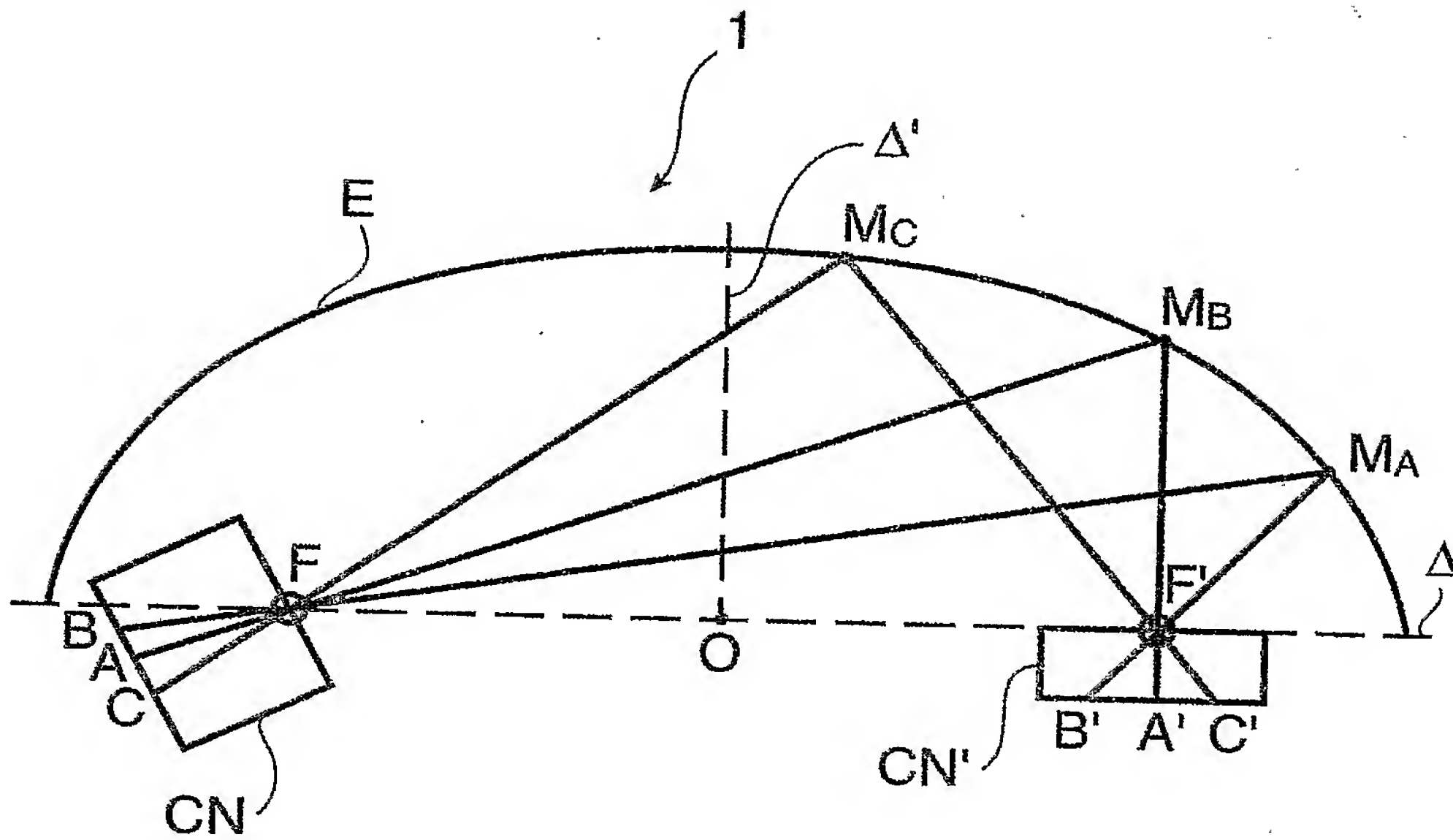


Figure 1

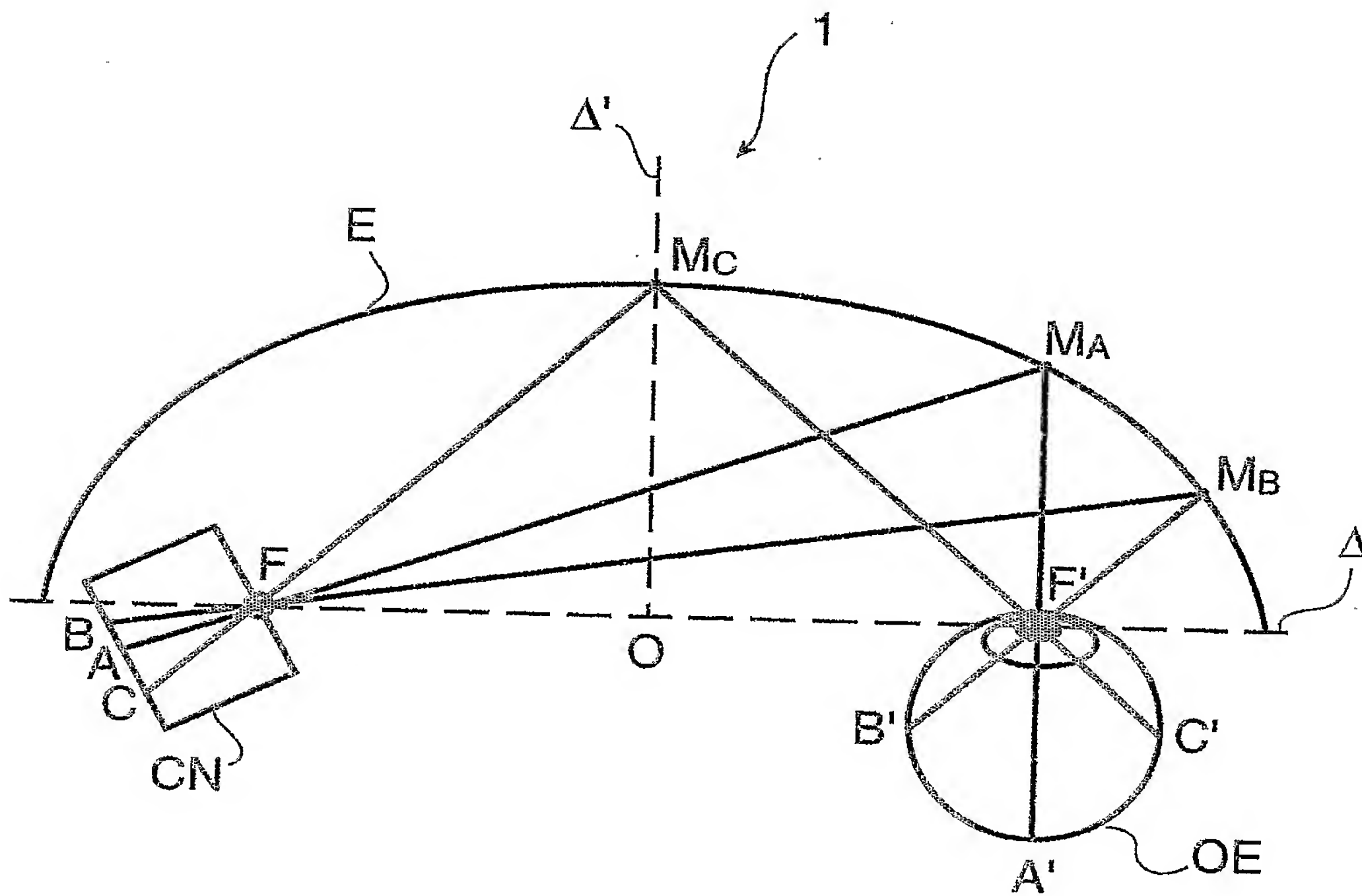


Figure 2

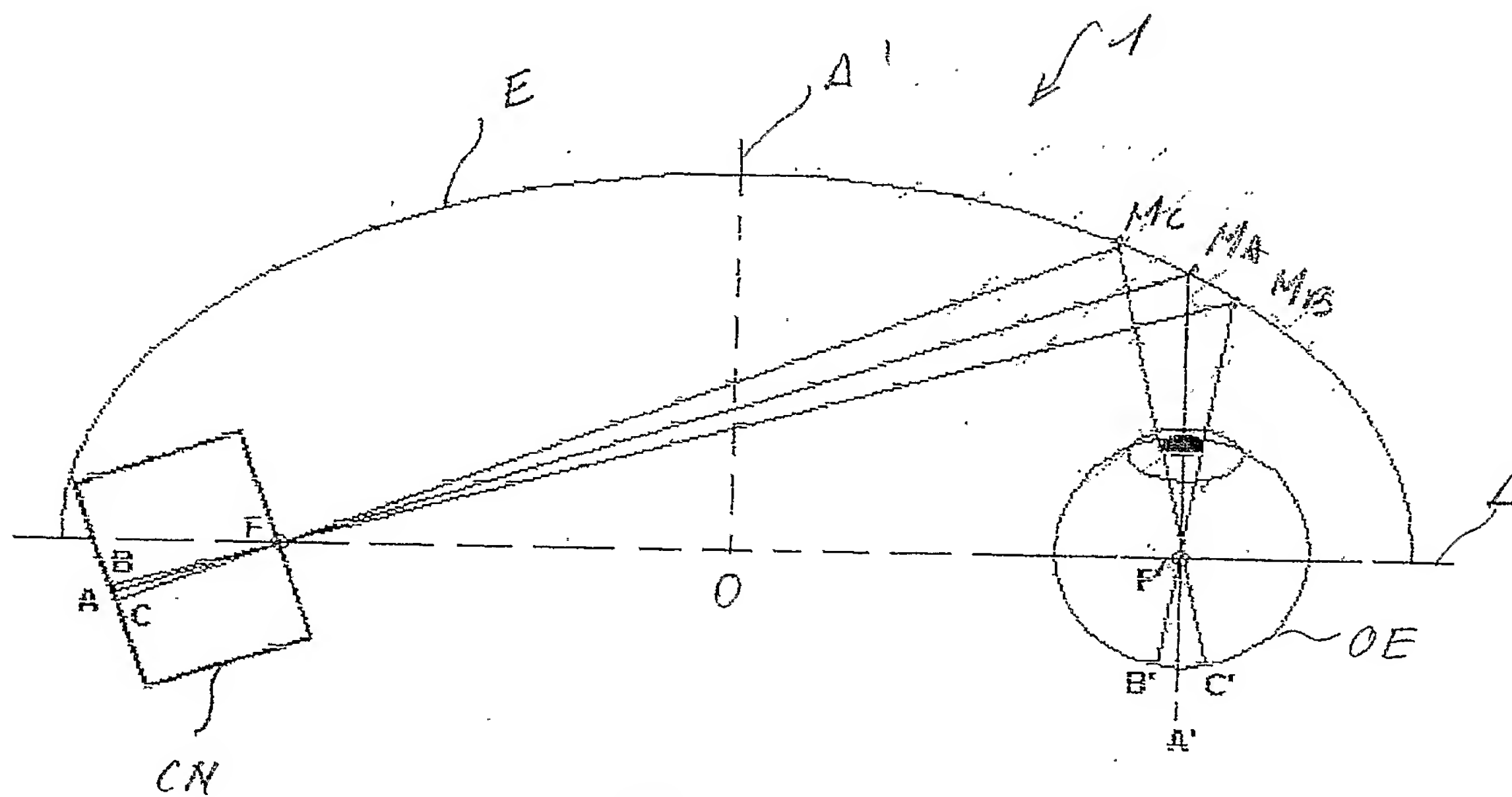


Figure 3

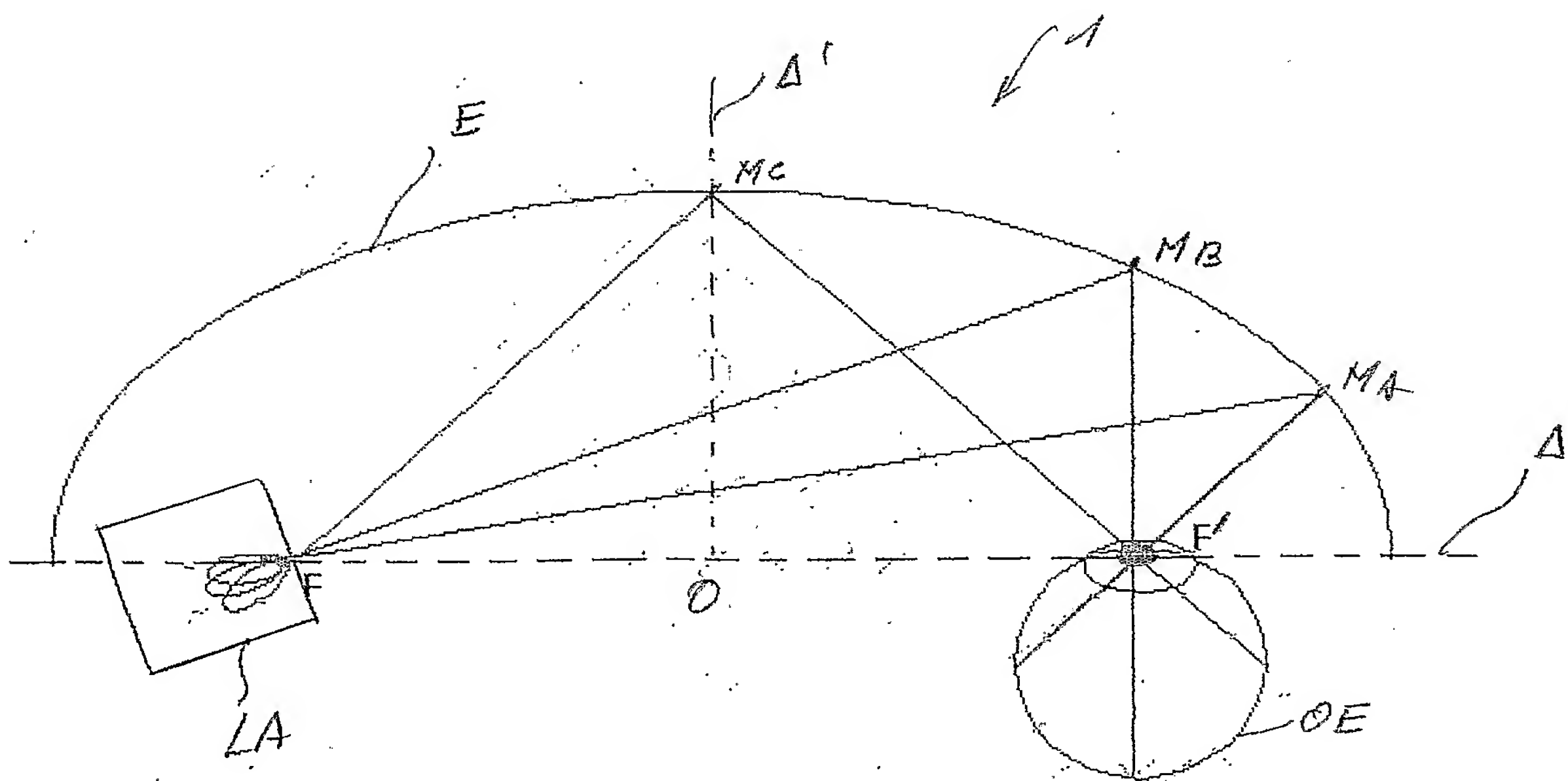


Figure 4

2/7

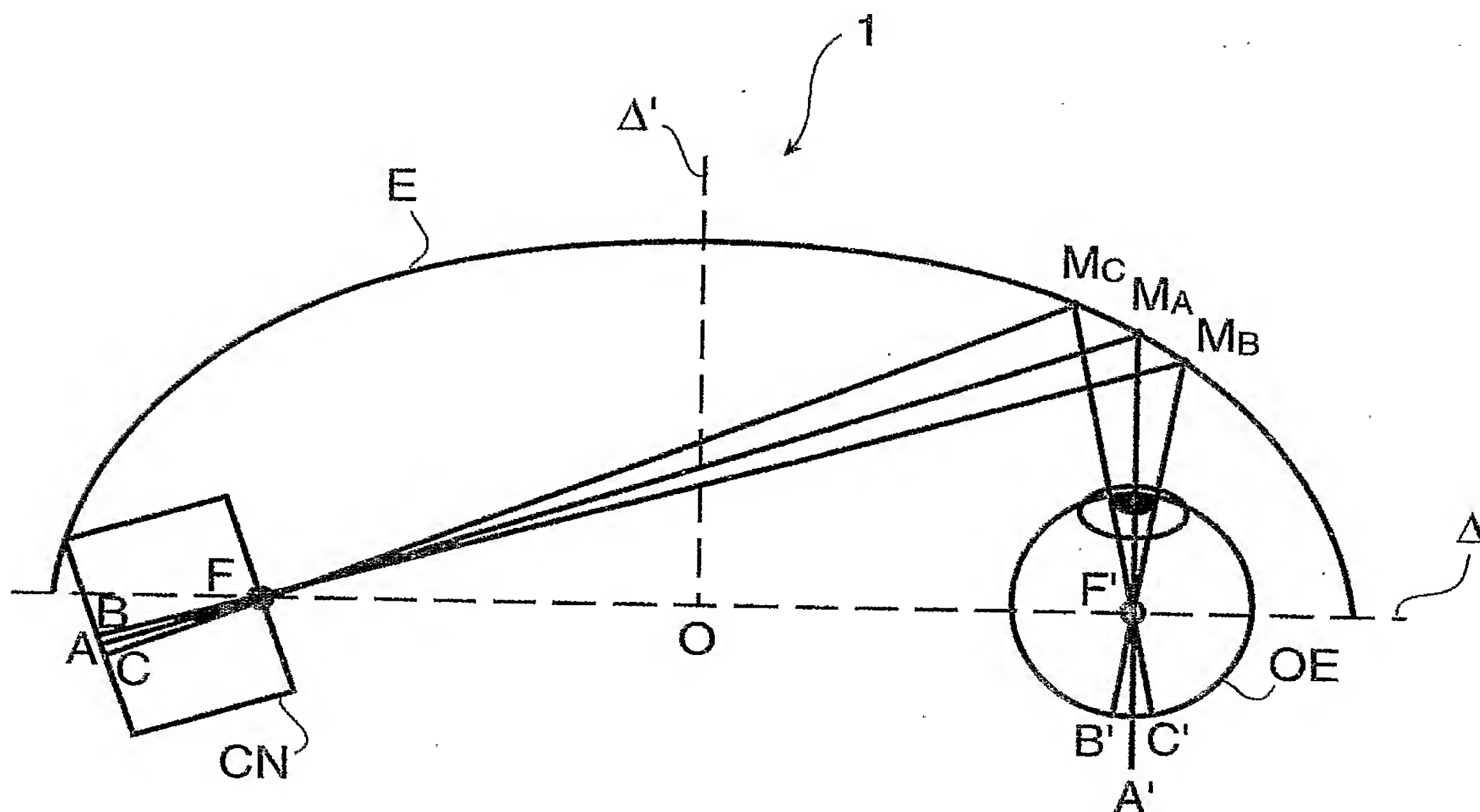


Figure 3

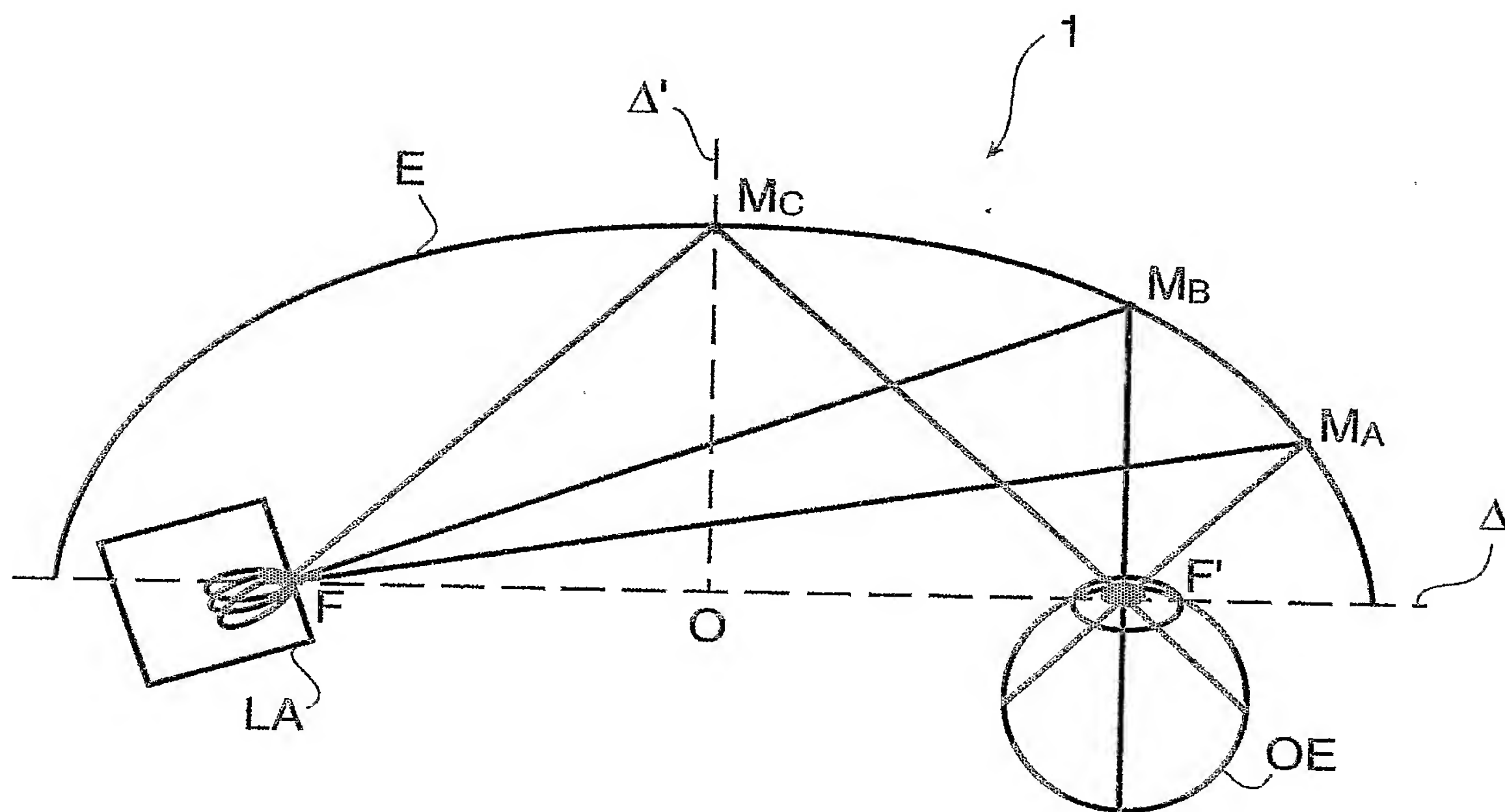
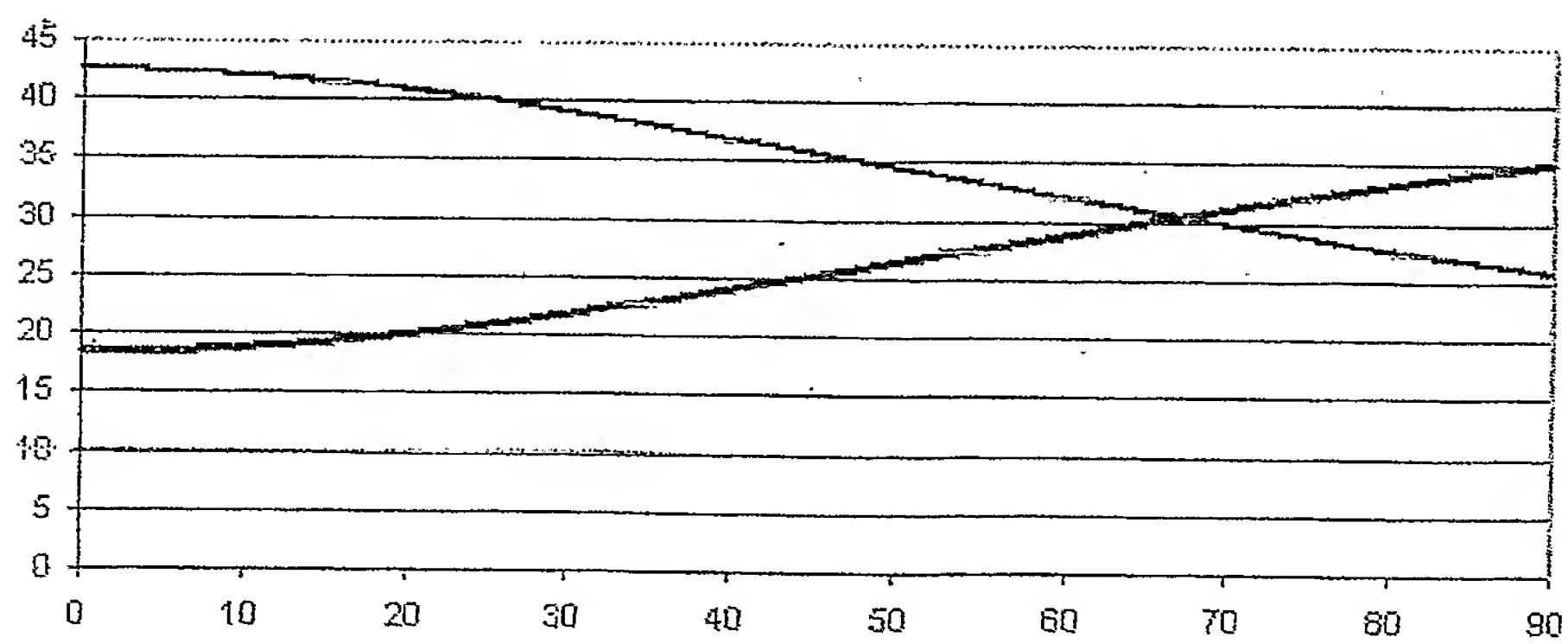
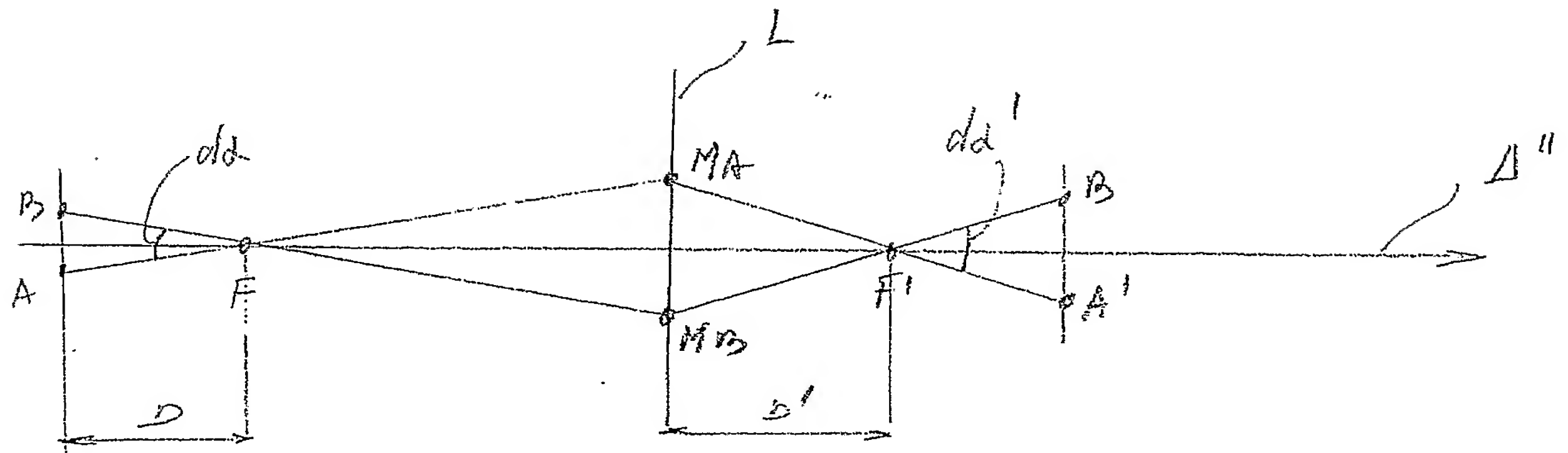


Figure 4



3/7

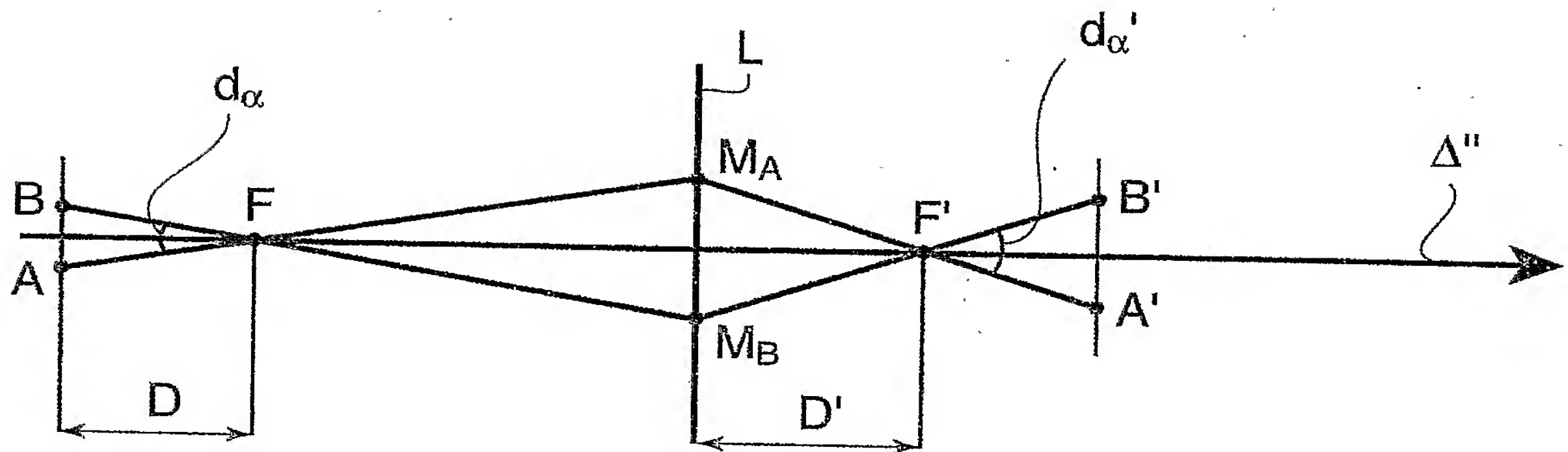


Figure 5

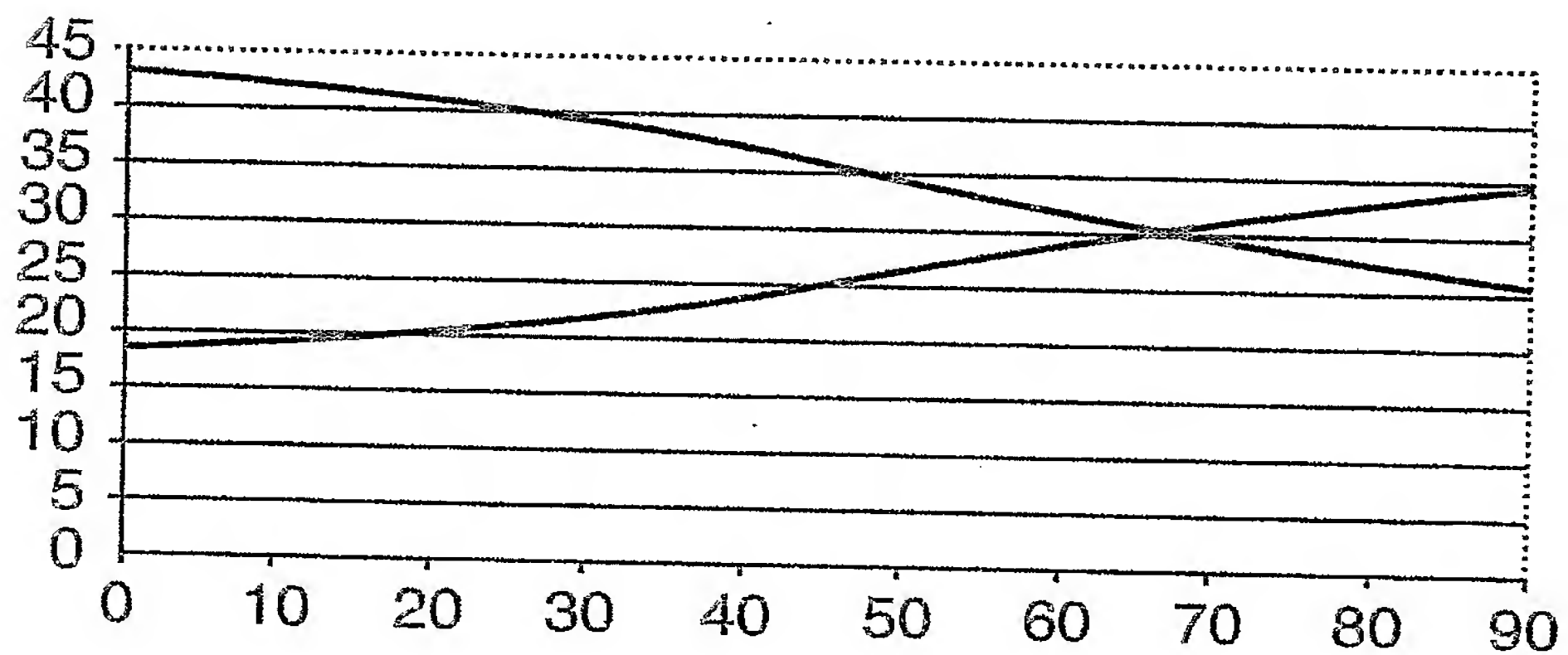


Figure 6

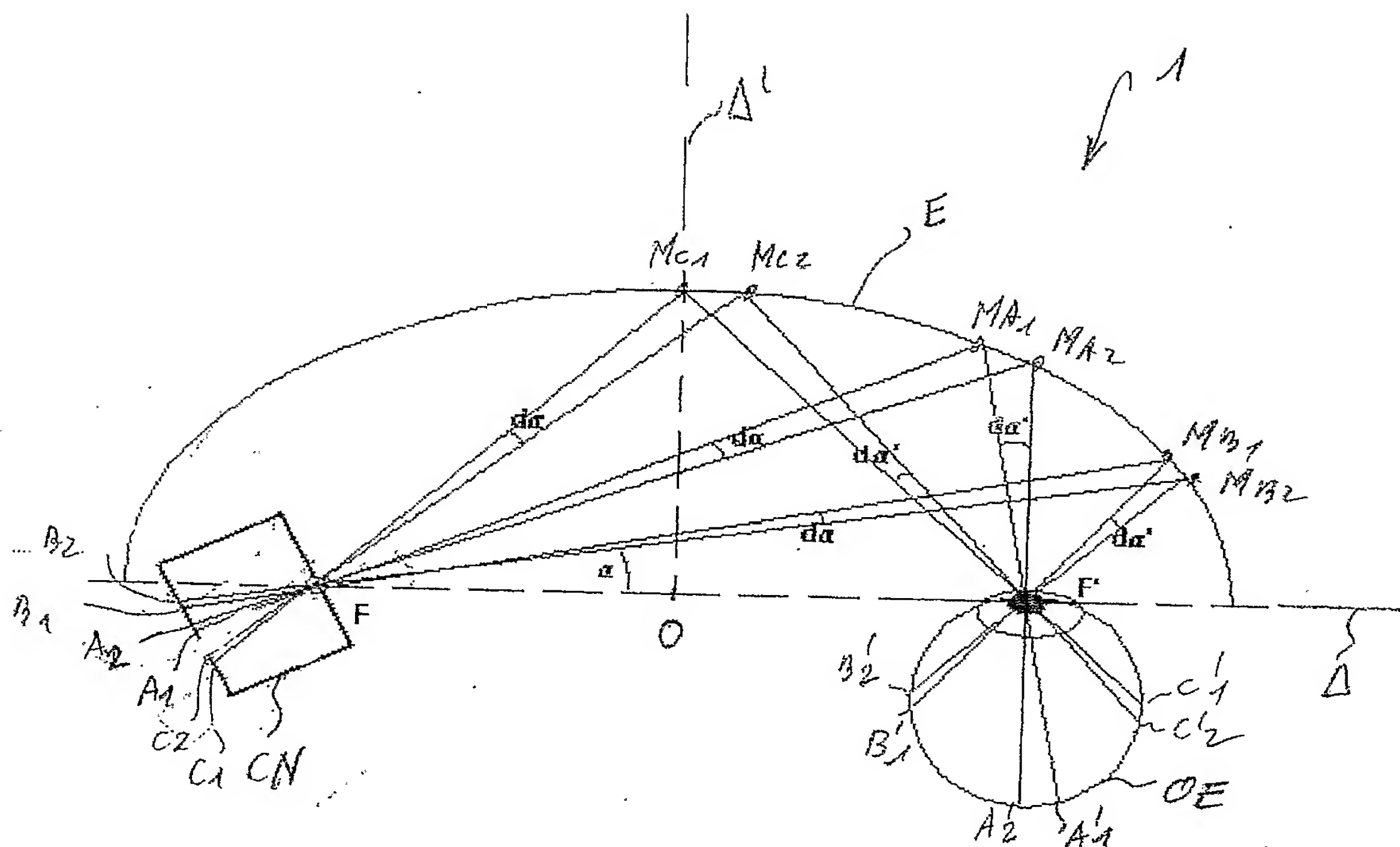


Figure 7

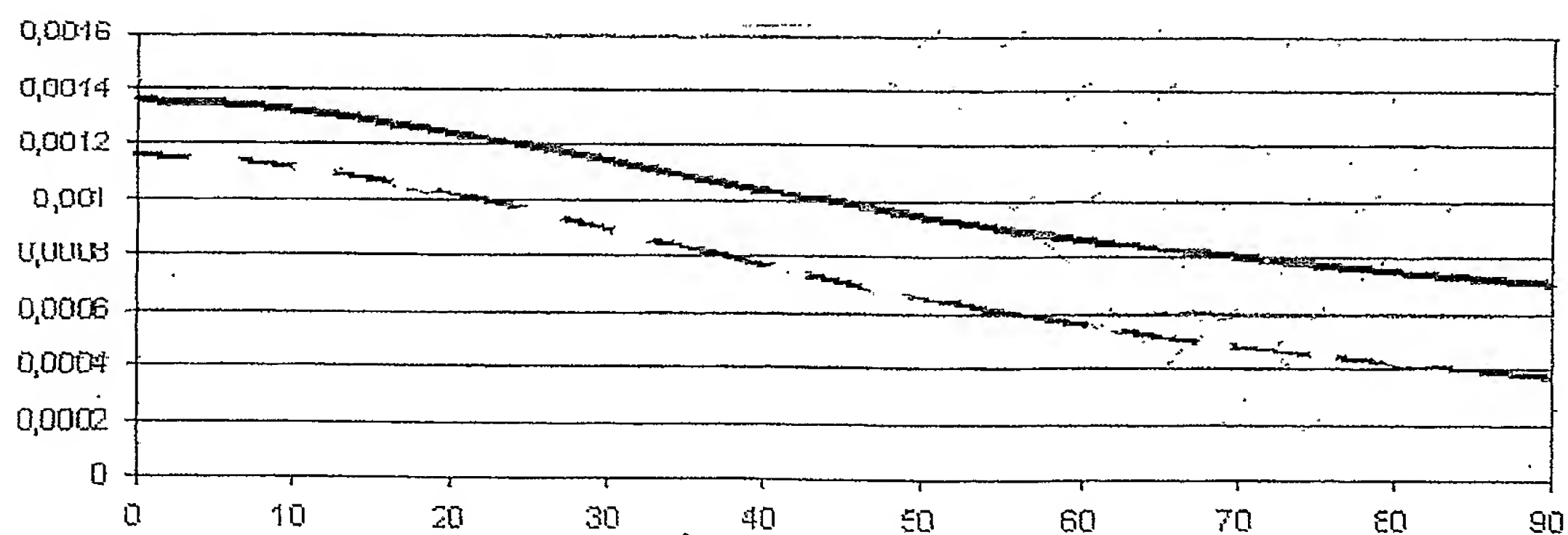


Figure 8

4/7

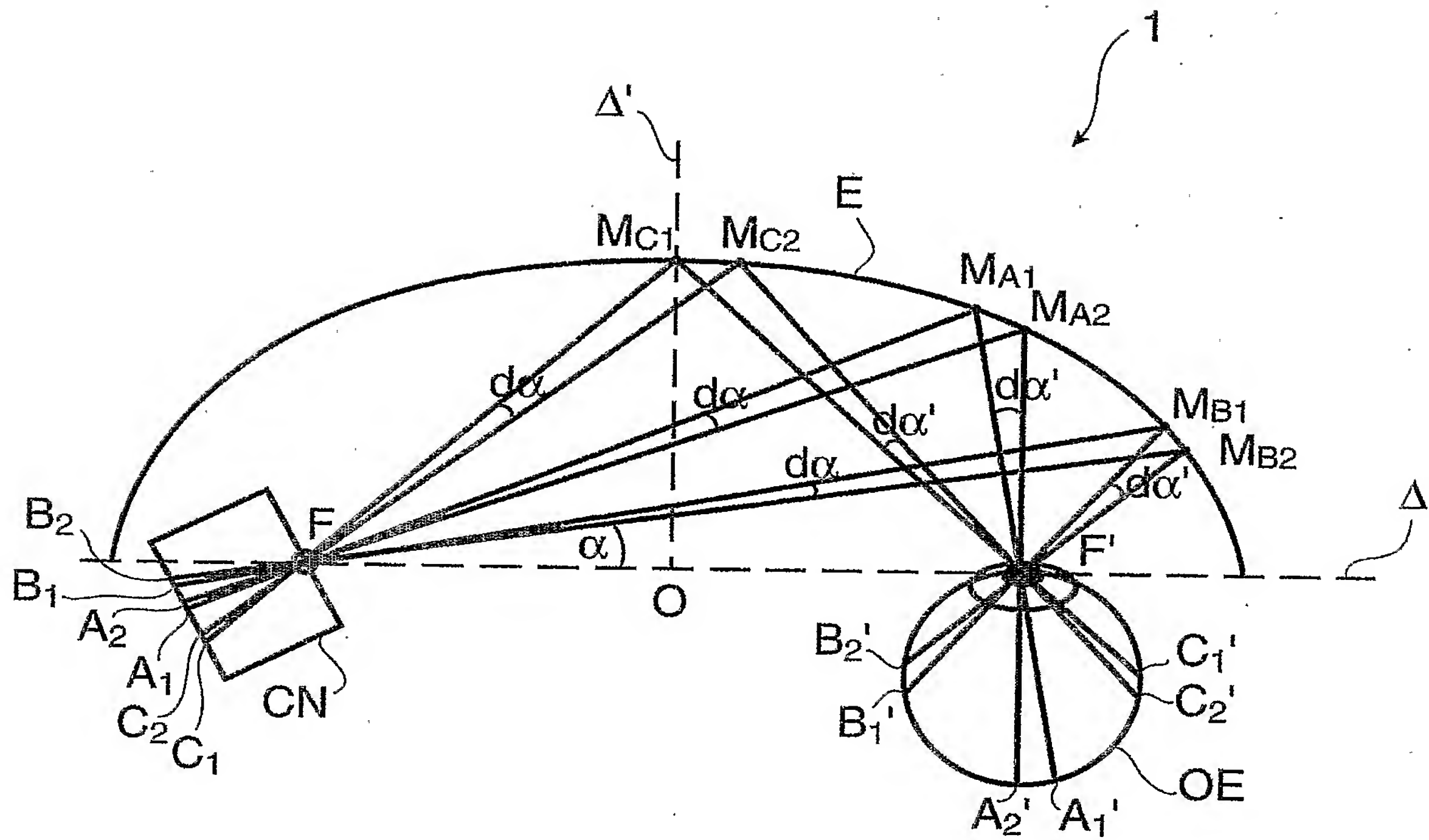


Figure 7

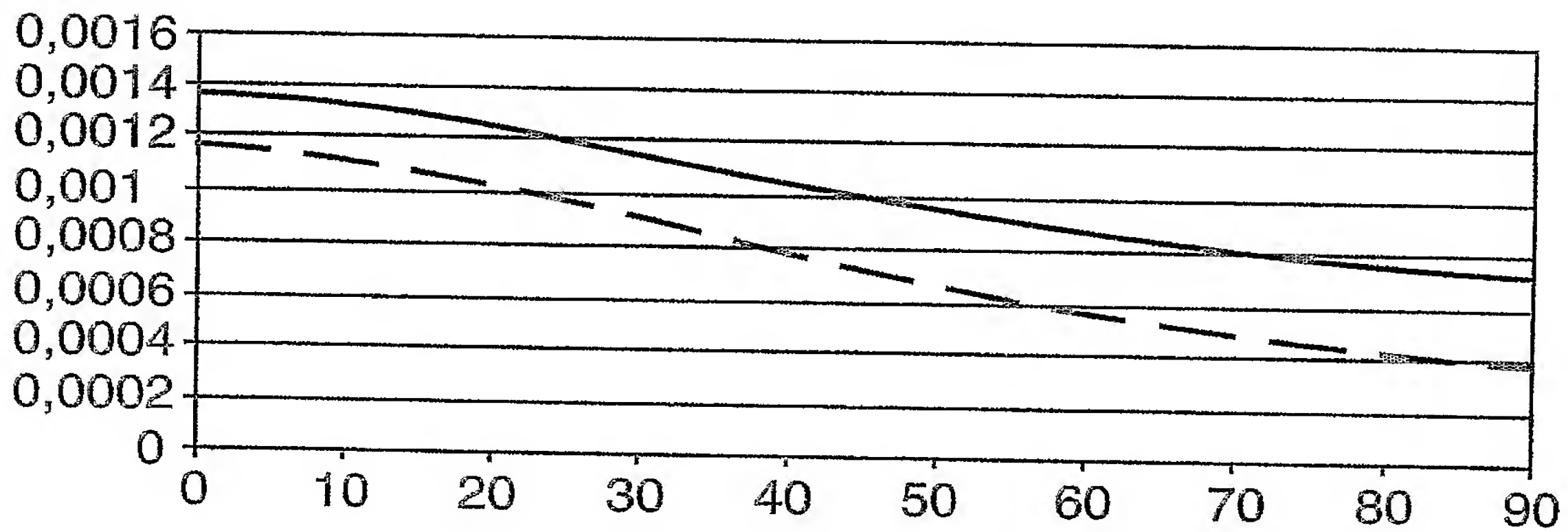


Figure 8

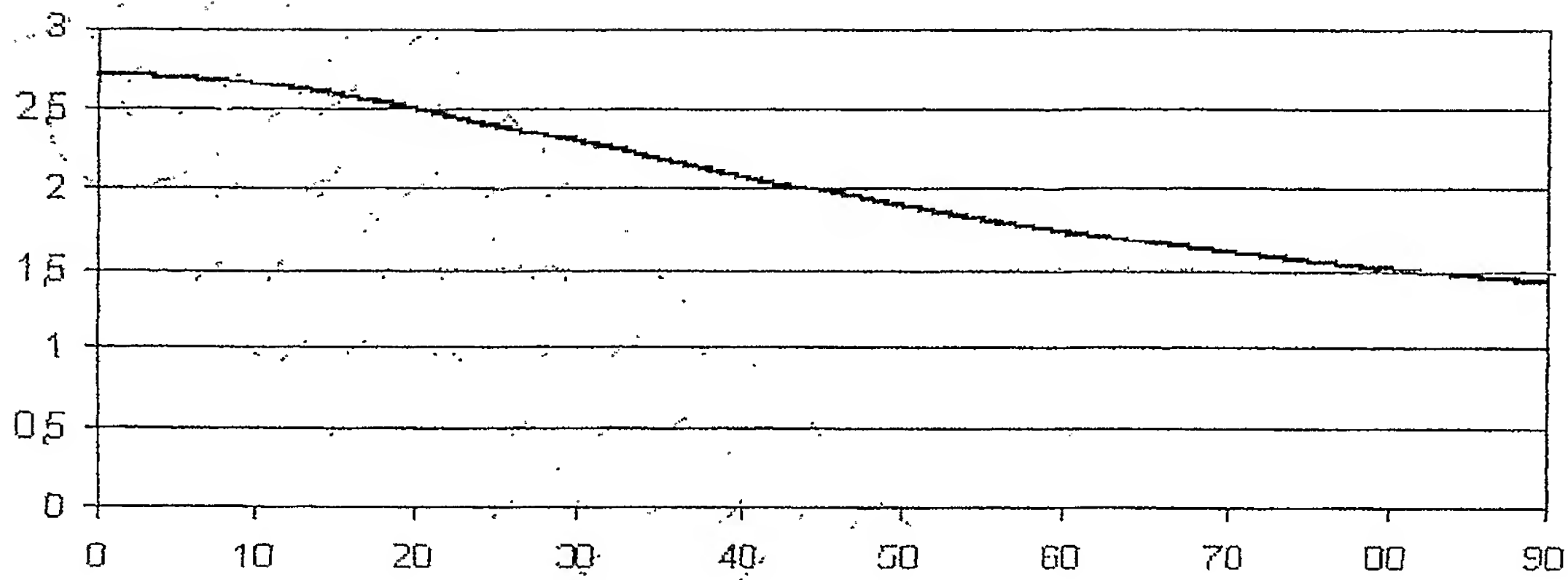


Figure 9

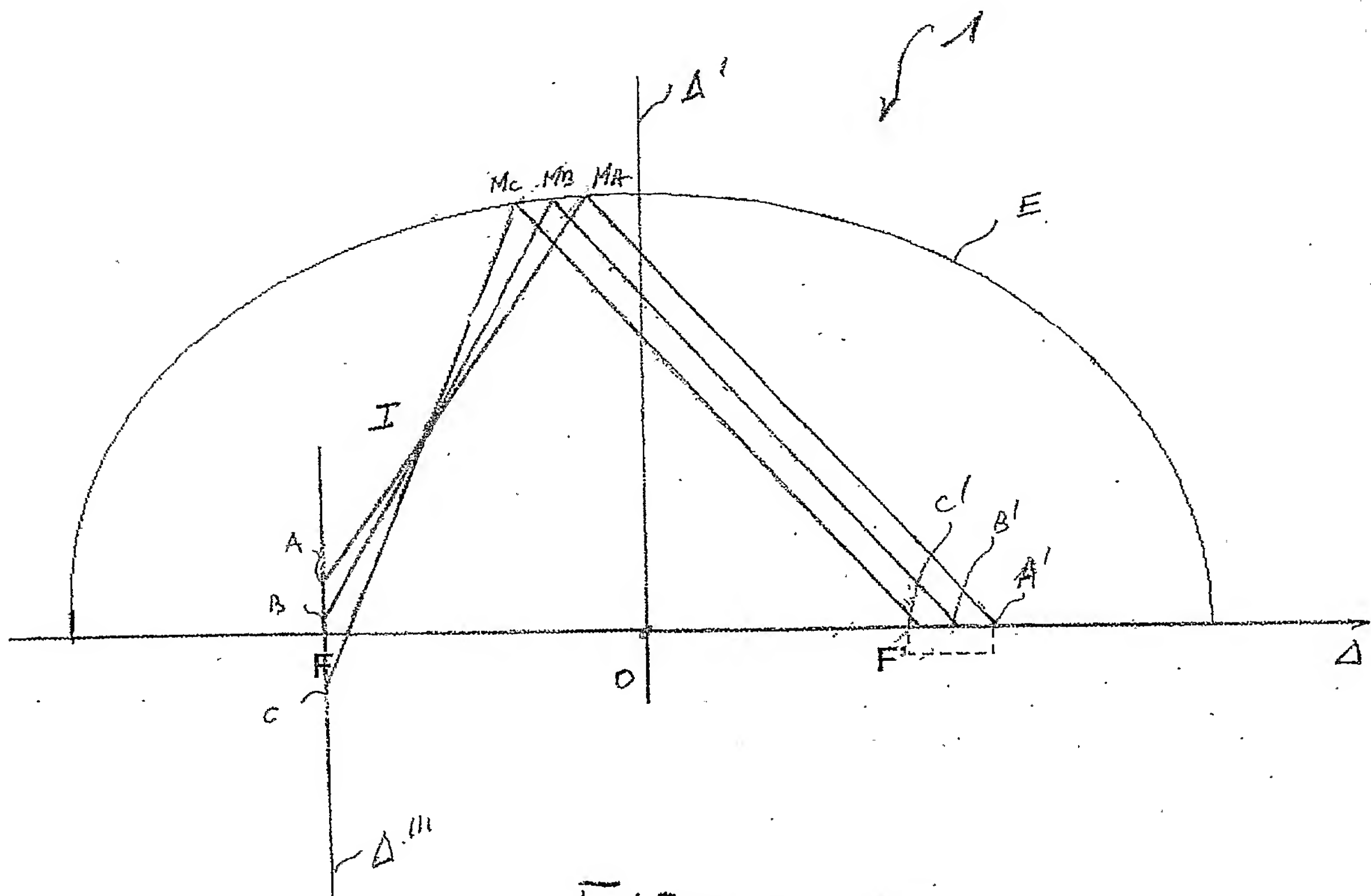


Figure 10

5/7

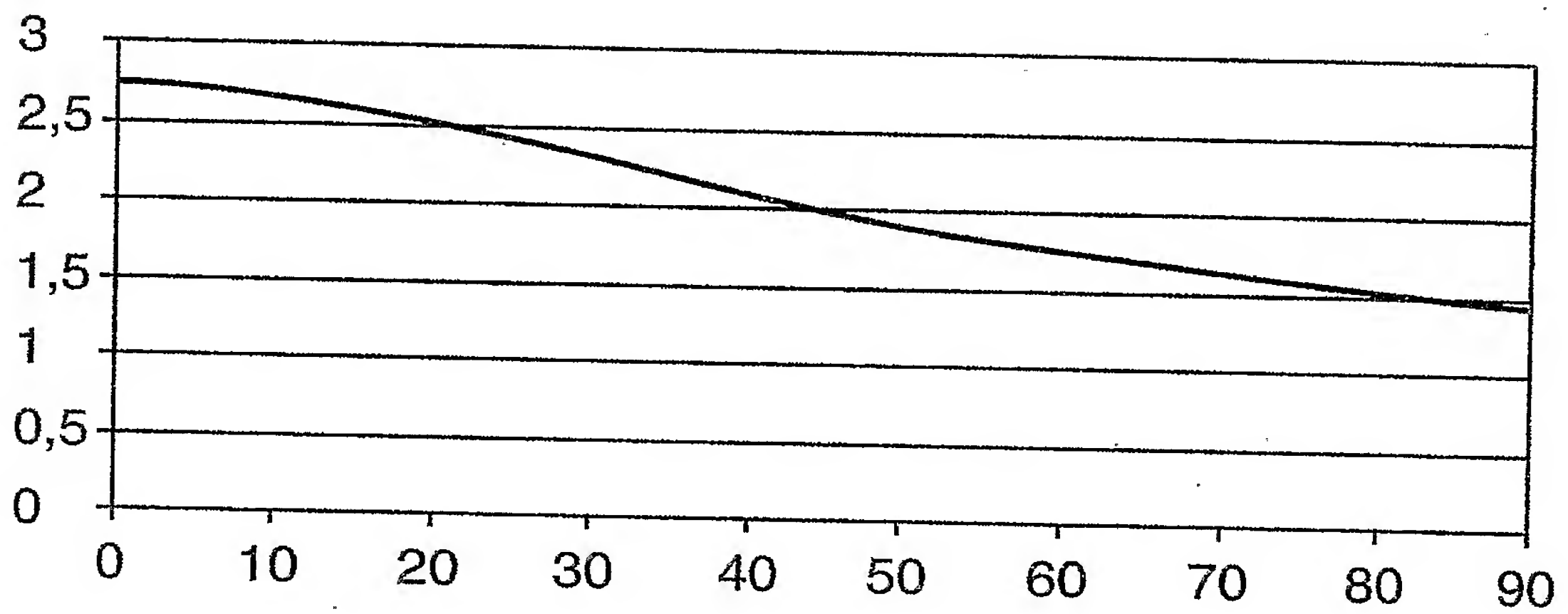


Figure 9

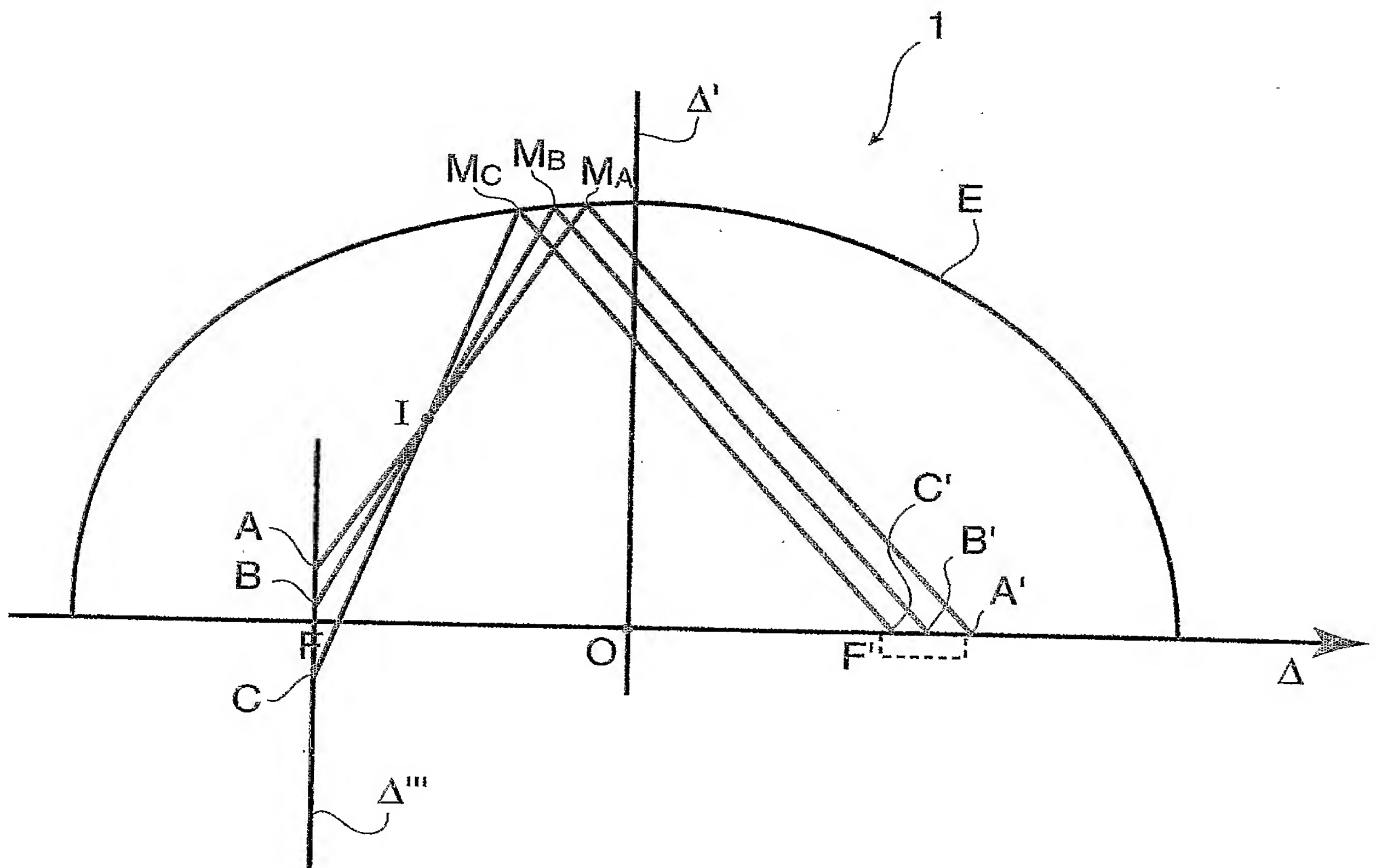


Figure 10

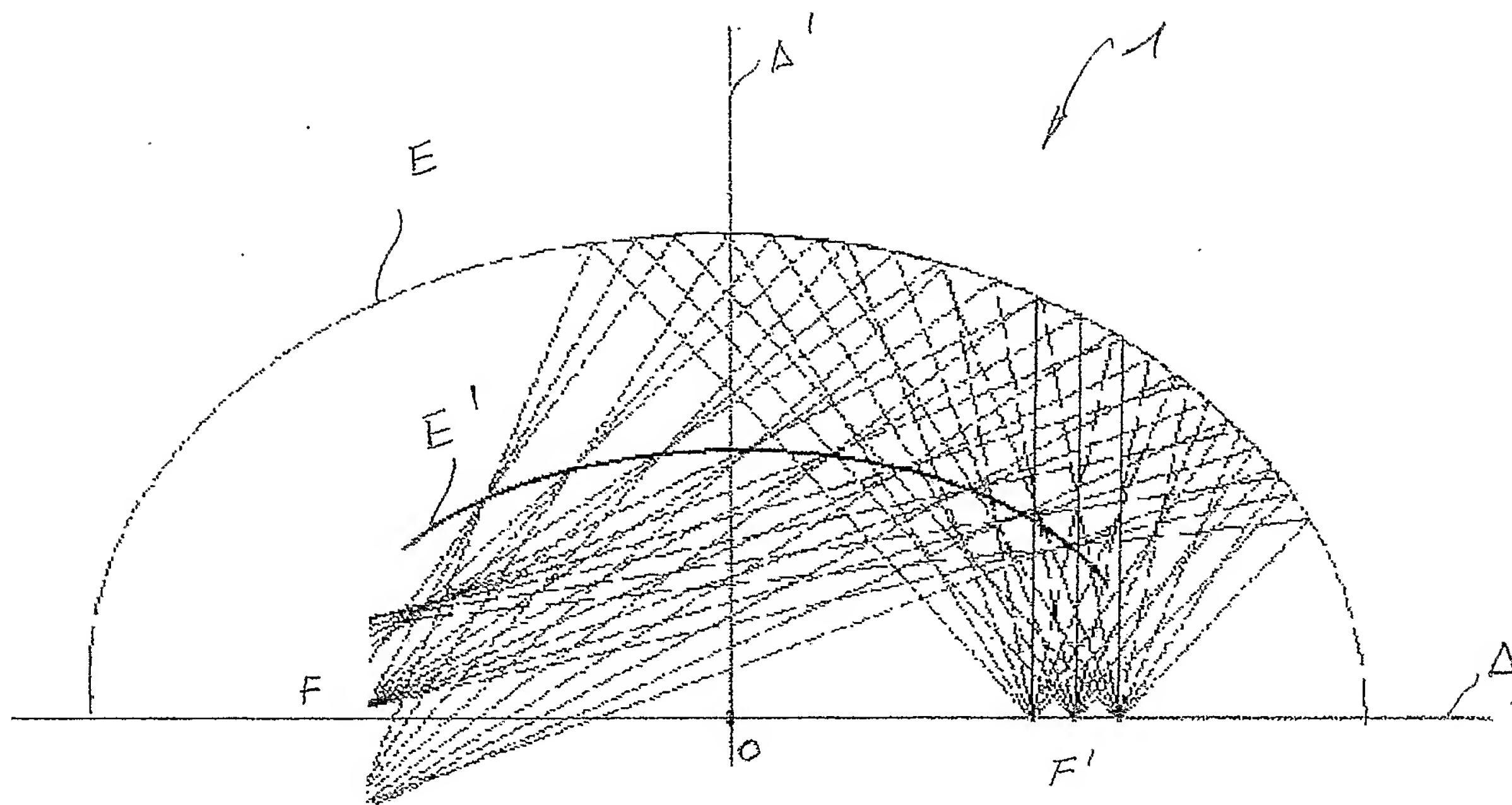


Figure 11 -

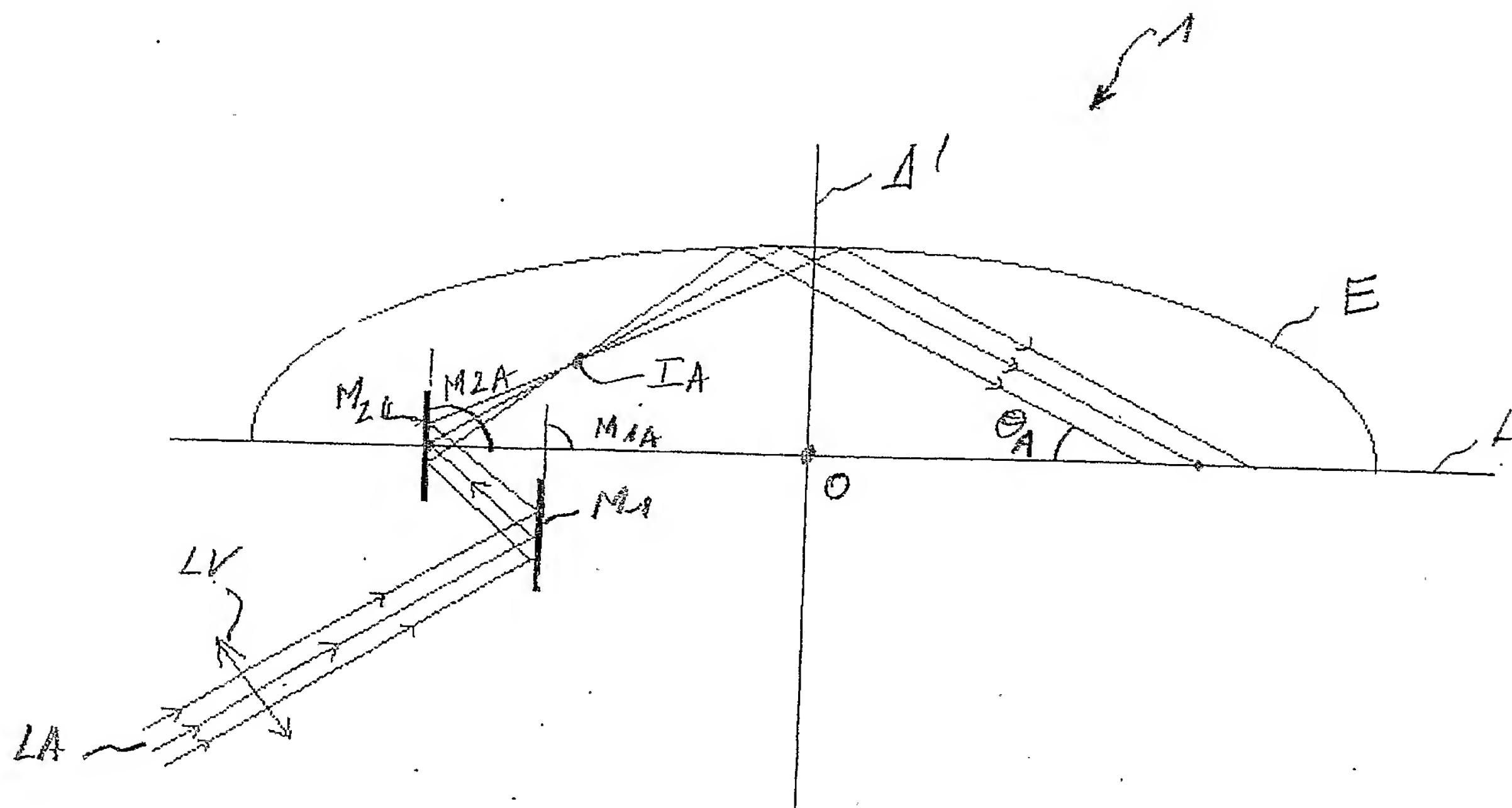


Figure 12



6/7

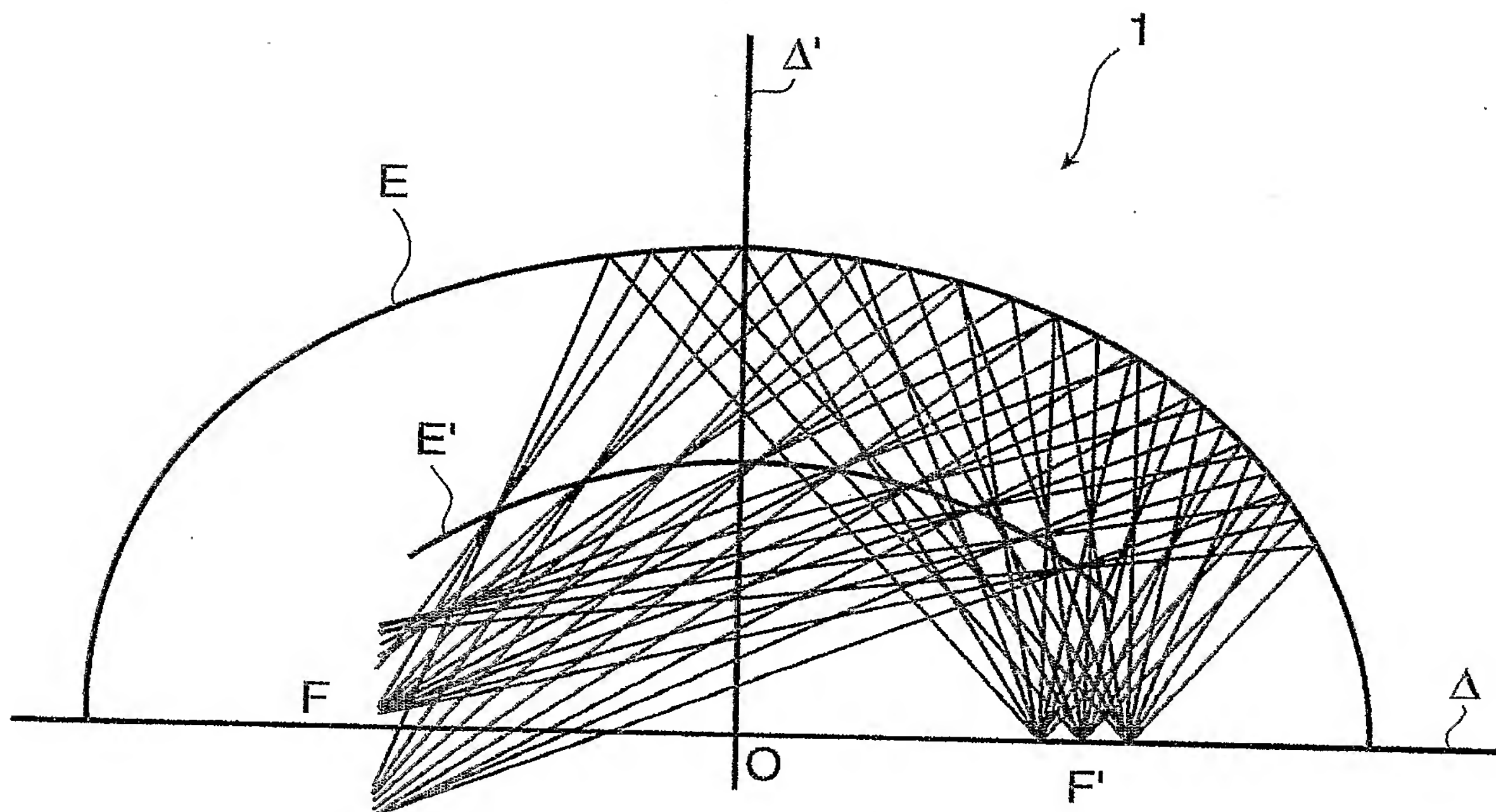


Figure 11

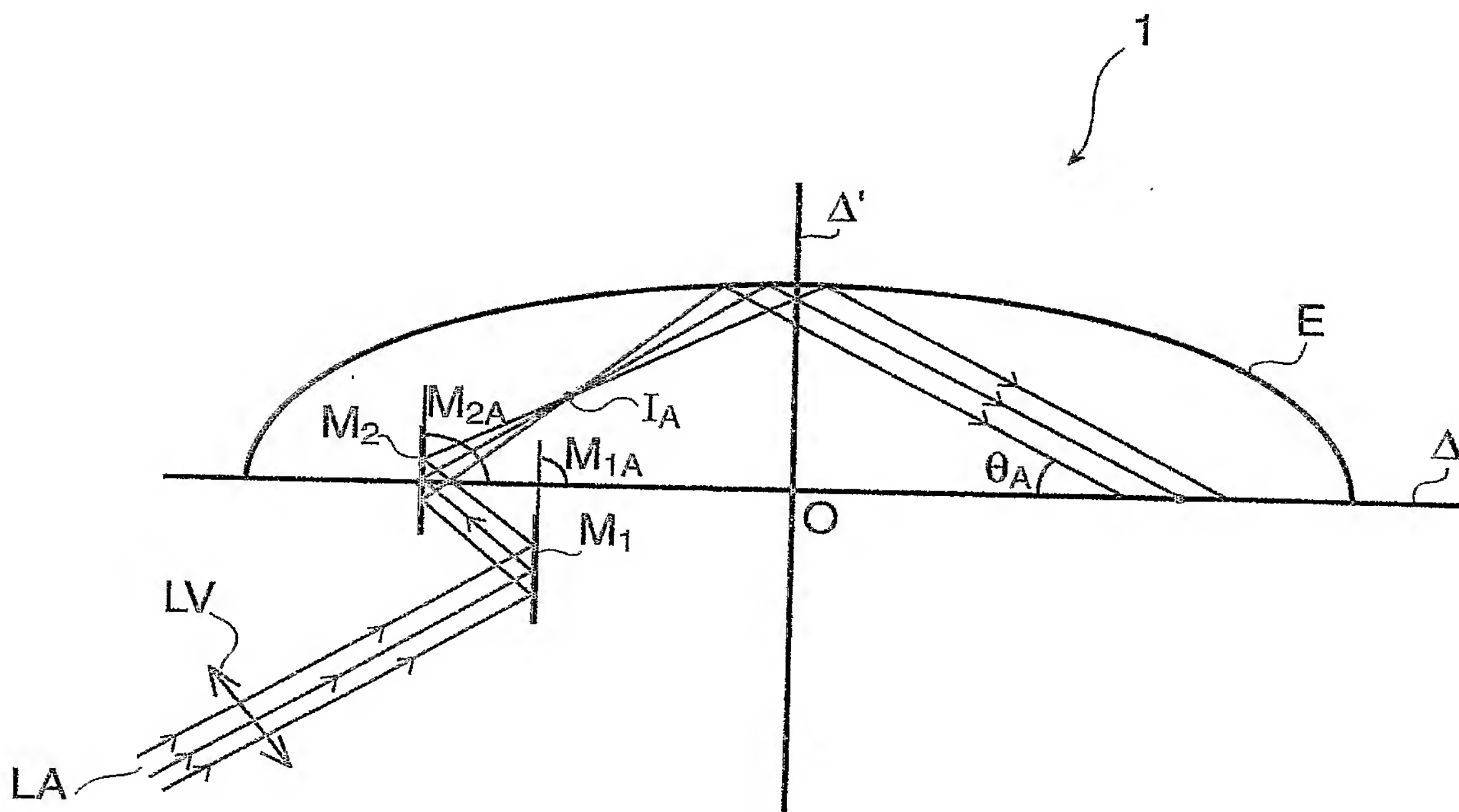
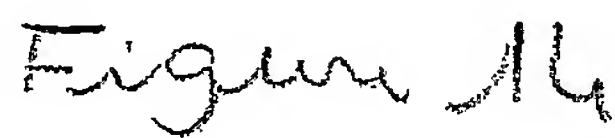
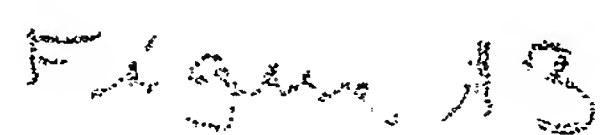


Figure 12



7/7

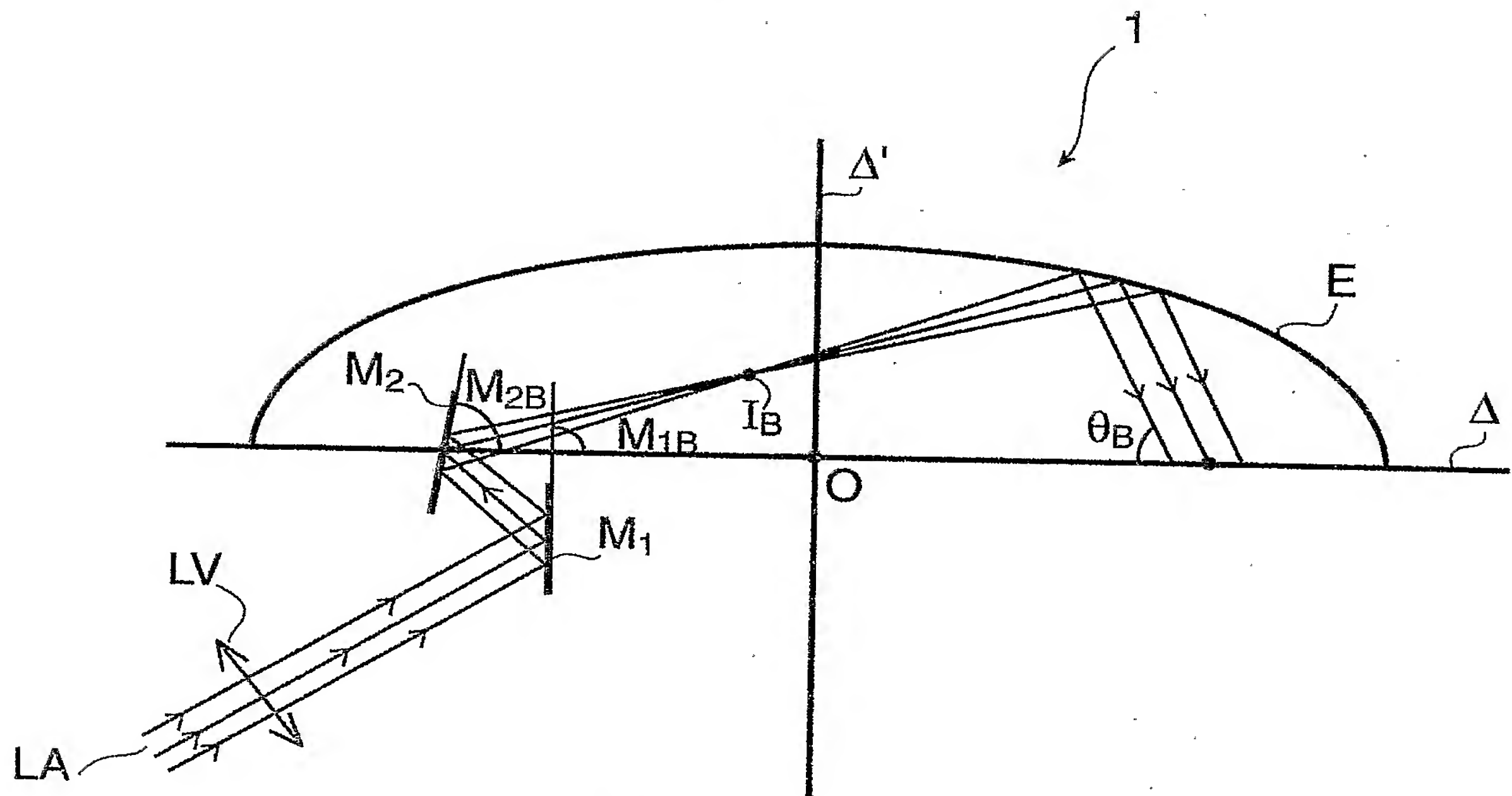


Figure 13

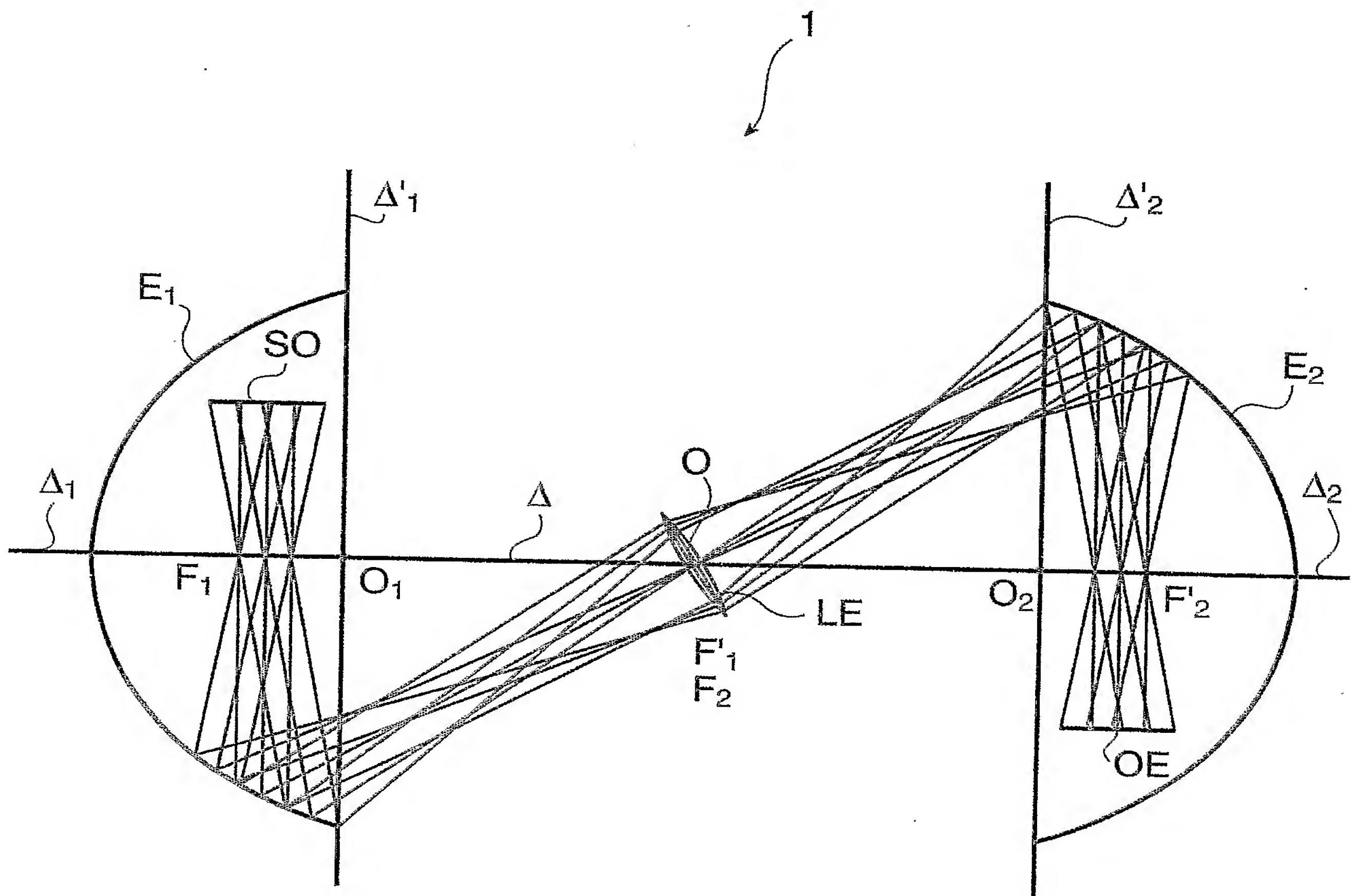


Figure 14

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1../1..(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		LIUZB0011
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		020 1311
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR LA CREATION D'IMAGES RETINIENNES UTILISANT LE STIGMATISME DES DEUX FOYERS D'UN DIOPTRE SENSIBLEMENT ELLIPTIQUE.		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
LIU Zile 76, rue de Grand Vaux 91360 EPINAY-SUR-ORGE		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	HAMDANI
	Prénoms	Rachid
Adresse	Rue	21 rue Victor Hugo
	Code postal et ville	91470 MAISONS ALFORT
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	LIU
	Prénoms	Zile
Adresse	Rue	76 rue de Grand Vaux
	Code postal et ville	91360 EPINAY-SUR-ORGE
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
9 février 2004		
A. de Saint Palais No 94-0306		



